2997
Smith. 91

MEMORIE

DELLA

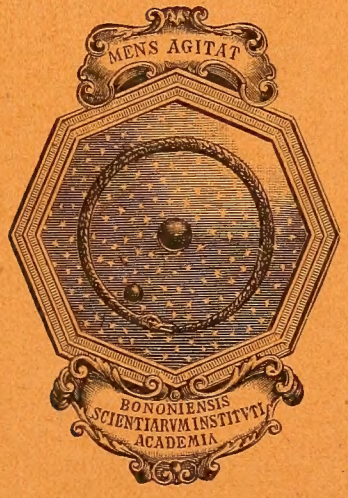
R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL'ISTITUTO DI BOLOGNA

CLASSE DI SCIENZE FISICHE

SERIE VI. – TOMO IX.

Fascicoli Primo e Secondo.



Smithsonian Institution,
APR 6 1914
228651
National Museum.

BOLOGNA
TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI
1912

MEMORIE

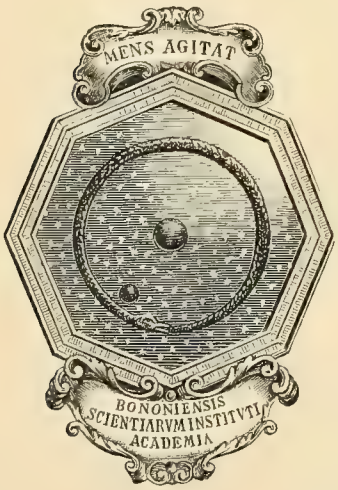
DELLA

R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL'ISTITUTO DI BOLOGNA

CLASSE DI SCIENZE FISICHE

SERIE VI. – TOMO IX.



Smithsonian Institution
APR 6 1914
228651
National Museum.

BOLOGNA
TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI
1912

SULLA SCARICA A SCINTILLA IN UN GAS RAREFATTO E SULLA SUA TRASFORMAZIONE IN FASCIO DI RAGGI MAGNETICI.

MEMORIA

DEL

Prof. Sen. AUGUSTO RIGHI

(letta nella Sessione del 12 Novembre 1911).

(CON 12 FIGURE, 6 DELLE QUALI UNITE IN UNA TAVOLA).

1. Origine della ricerca.

Qualche tempo fa ho pubblicato una breve Nota (*), nella quale sono descritti i fenomeni osservati facendo agire un campo magnetico sulla scarica anullare senza elettrodi del Thomson. Il principale effetto che si produce in tali condizioni consiste nella formazione di un fascio luminoso, che disegna sensibilmente il tubo di forza magnetica passante per l'anello, e che si comporta come un fascio di raggi *magnetici*. Sembra che questo fascio venga costituito per mezzo degli elettroni e dei ioni positivi generati nell'anello di scarica, i quali formerebbero quegli effimeri sistemi neutri analoghi a stelle doppie, resi meno instabili e sospinti dal campo magnetico nel senso secondo il quale l'intensità sua decresce, e che costituiscono secondo me i raggi magnetici. Ma, naturalmente, per coloro che mantengono l'opinione, secondo la quale quei raggi altro non sono che raggi catodici strettamente avvolti intorno alle linee di forza, il fascio suddetto risulterebbe formato dai soli elettroni provenienti dalla scarica anullare.

Cito ancora questa opinione, a cui non aderisco, perchè non è stato ancor possibile il dimostrare in modo rigoroso la verità della ipotesi da me ammessa, benchè in favore di essa esistano numerosissimi fatti, che la rendono preferibile.

Ma qualunque sia il modo di interpretare la formazione di quel nuovo fascio di raggi magnetici, una cosa mi sembrò sommamente probabile, e cioè che un fenomeno in tutto simile debba prodursi, quando si impieghi un'ordinaria scintilla elettrica al posto della scarica ad anello.

(*) Rend. della R. Acc. dei Lincei, t. XX p. 163 (1911).

Ho esitato a lungo prima di tentar una simile esperienza, perchè non mi pareva ammissibile che il fenomeno preveduto avesse potuto sfuggire all'attenzione dei numerosissimi fisici, che hanno studiato l'azione del magnetismo sulle scariche. Ed infatti nulla gli rassomiglia in ciò che si è osservato finora. Si conoscono i cambiamenti di forma, che il campo magnetico determina agendo sui raggi catodici, si conosce la forma più o meno simile a quella di una spirale, che assume la colonna positiva in un tubo di scarica, come se essa fosse un conduttore flessibile percorso dalla corrente e fissato per un estremo all'anodo, e, nel caso delle scariche a scintilla, si conosce uno spostamento e una deformazione dell'aureola che circonda la scintilla, oppure, come nella nota esperienza di De-la-Rive, un cambiamento di luogo della scintilla stessa. Ma sempre tali spostamenti avvengono secondo direzioni perpendicolari alla direzione del campo, mentre il nuovo fenomeno da me preveduto deve dar luogo a spostamenti sensibilmente nel senso delle linee di forza magnetica.

Alla fine, tanto mi sembrava attendibile la previsione mia, che mi accinsi alla sua verificazione. Dopo pochi tentativi, questa riuscì in modo soddisfacente.

2. Produzione di scariche a scintilla in gas rarefatti.

Poichè dalle mie ricerche anteriori si deduce, che i raggi magnetici non si formano che in gas convenientemente rarefatti, ho dovuto subito preoccuparmi di trovar il modo d'avere scariche a scintilla anche nell'aria rarefatta, mentre è notorio che al graduale diradarsi dell'aria fra due elettrodi comnicanti con una macchina elettrica in azione, spariscono a un certo momento le scintille, per dar posto alle scariche usuali nei gas rarefatti, nelle quali si notano cioè, separate dallo spazio oscuro di Faraday, la colonna di luce positiva e la luce negativa divisa in due strati.

Ma in altre circostanze avevo avuto occasione di ottenere vere scintille anche in gas rarefatti. Basta perciò che gli elettrodi comunichino con una sufficiente capacità, e che fra uno degli elettrodi e la rispettiva armatura sia intercalato un intervallo a scintilla nella libera atmosfera. Con tale disposizione non si ha scarica che a intervalli, quando cioè la differenza di potenziale fra le armature del condensatore è divenuta sufficiente perchè oltre alla scarica nell'aria rarefatta possa formarsi anche la scintilla nell'aria libera; ed in tal caso la scarica quasi istantanea che si produce fra i due elettrodi costituisce una luminosità senza interruzioni di spazi oscuri e senza differenze visibili in prossimità dei due elettrodi, e non differisce, può dirsi, da una scintilla ordinaria, che per essere meno brillante, molto grossa e a contorni assai sfumati. Se la si imagina piegata a cerchio essa non offre sensibile differenza di aspetto da quello dell'anello di Thomson.

Per questo ho adottato come sorgente di elettricità una macchina elettrica connessa a condensatori.

3. Apparecchi adoperati.

Non occorre descrivere minutamente la macchina elettrica. Mi basta dire che è una Holtz a quattro dischi, di cui i due mobili sono messi in rotazione da un motore elettrico. Essa fornisce una corrente assai più intensa di quella che sogliono dare macchine di eguali dimensioni, e questo in ragione della notevole velocità angolare dei dischi giranti, che fanno circa 12 giri al secondo. Nel caso attuale non sarebbe indispensabile una tale rapidità d'azione; è però utile perchè, naturalmente, le scariche risultano assai più frequenti.

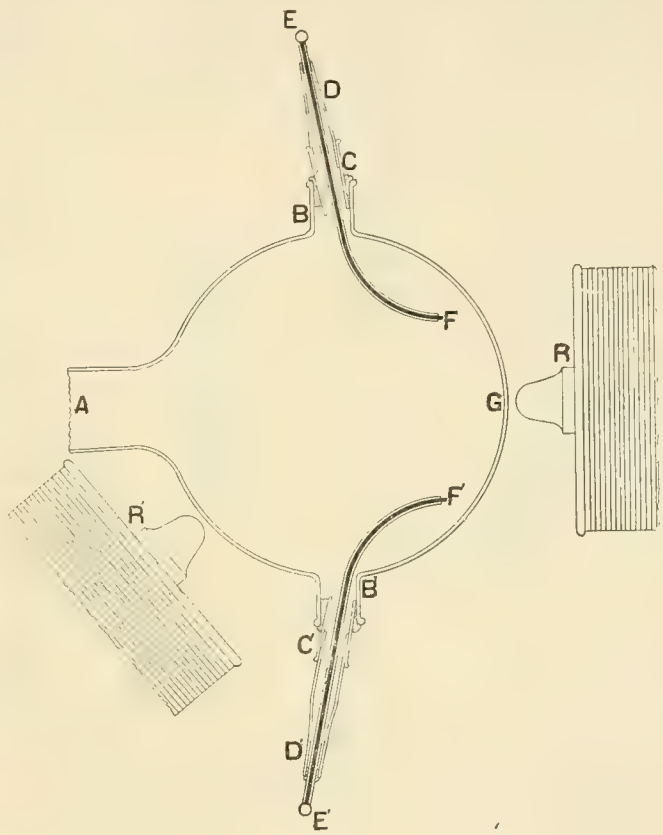


Fig. 1.

Il condensatore, caricato dalla macchina, e le cui scariche vengono utilizzate, è quello altra volta descritto (*), formato con 108 grandissime bottiglie di Leyda riunite in 6 batterie di 18 bottiglie ciascuna. La disposizione dell'apparecchio è tale, che con facilità si possono avere sei batterie in serie (o cascata) ognuna con 1 a 18 bottiglie, oppure due batterie di 54 bottiglie poste in cascata, oppure infine le 108 bottiglie in batteria unica. È così possibile variare la capacità entro estesi limiti, e cioè da circa 1000 unità elettrostatiche sino a 680.000 unità.

Le scariche da studiarsi devono naturalmente aver luogo in un recipiente comunicante con una pompa ad aria (pompa a mercurio e pompa meccanica rotativa di Gaede accoppiate). Ho adoperato successivamente diversi di tali recipienti, ma quello di maggiori dimensioni, rappresentato dalla fig. 1, dà gli effetti più interessanti.

Per costruirlo ho adoperato uno di quei grandi palloni muniti di due tubulature diametralmente opposte, che si trovano pronti in commercio. Il suo collo (che nella figura è rappresentato troncato in A) è chiuso con un disco di vetro, fissato a ceralacca e attraversato da un cannello di vetro, che va alla pompa, mentre in modo simile sono fissati nelle tubulature B, B' i tubi C, C', in cui si addattano a smeriglio

(*) Rend. della R. Acc. dei Lincei, 16 dicembre 1888.

i tubi D e D'. È alle estremità di questi che sono fissati gli elettrodi, che sono fili d'ottone EF, $E'F'$, arrotondati alle estremità e circondati da cannelli di vetro. La scintilla si forma fra F ed F' a non grande distanza dal fondo G del pallone e quindi anche dal polo di un grande rocchetto R destinato a creare il campo magnetico. Appunto per rendere quella distanza non troppo grande dovetti collocare un poco obbliquamente i tubi CD e $C'D'$, e dare agli elettrodi forma alquanto curva. Ad onta di questa è facile levare di posto i tubi D e D' insieme agli elettrodi, onde mutare questi ultimi ove occorra. La figura li rappresenta quali furono nelle esperienze descritte più avanti; e siccome la figura è disegnata in giuste proporzioni, basterà al Lettore di sapere, che la distanza FF' è di circa 15 centimetri, oppure che il pallone ha 27 cent. e mezzo di diametro, perchè possa rilevare facilmente dalla figura stessa le dimensioni d'ogni parte dell'apparecchio.

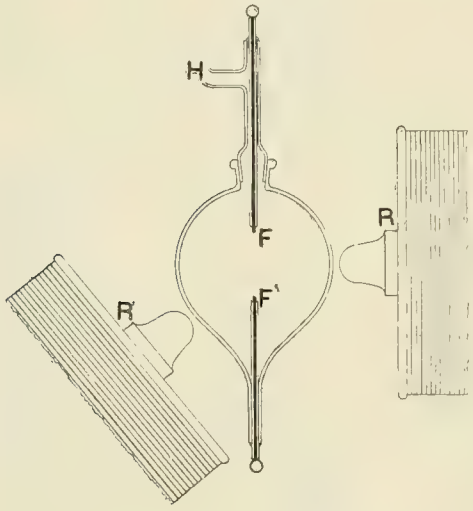


Fig. 2.

Il rocchetto R è uno dei due che formano la ben nota elettrocalamita di Ruhmkorff. Però non ha più l'avvolgimento originario, ma uno nuovo, che lo ingrossa alquanto, e che può sopportare per parecchi minuti senza danno una corrente di 16 ampère, oppure per breve tempo una assai più intensa. Un secondo rocchetto simile R' è collocato sotto il pallone obliquamente come mostra la figura; ma se ne fece uso solo in certi casi.

La fig. 2 mostra un apparecchio più piccolo del precedente, preferibile al primo solo per un certo scopo, come si dirà più oltre.

La distanza FF' degli elettrodi è di 5 centimetri; con ciò si avrà idea delle sue dimensioni. L'aria è aspirata pel tubo H.

Altri apparecchi, destinati a scopi speciali, saranno descritti più avanti.

La fig. 3 mostra schematicamente il modo nel quale gli apparecchi sono collegati. A, B sono i conduttori principali della macchina elettrica, C il condensatore, F, F' gli elettrodi nel recipiente ad aria rarefatta, R il rocchetto, D, E due sfere d'ottone di 4 cent. di diametro poste nell'aria libera, e fra cui si forma una scintilla.

4. Scariche a scintilla nell'aria rarefatta.

Se le due sfere D, E (fig. 3) dello spinterometro sono a contatto, la scarica fra gli elettrodi F, F' ha l'aspetto consueto, qualunque sia la capacità del condensatore C, e cioè vedesi la luce negativa intorno al catodo e la colonna di luce rossa partente dall'anodo. Scostando le sfere D, E, una dall'altra tosto si manifesta l'effetto di C,

giacchè, mentre dapprincipio il fenomeno luminoso non fa che divenire più vivace e più manifestamente intermittente, per un certo valore dell'intervallo fra D ed E esso muta bruscamente. E precisamente più non si vedono lungo la scarica le regioni relativamente oscure e le differenze di colore, ma invece appare fra gli elettrodi una luminosità d'aspetto uniforme, che si produce nei momenti in cui scocca una scintilletta nello spinterometro DE. Tale scarica fra gli elettrodi dell'apparecchio, contenente aria rarefatta, mi sembra debbasi considerare come scarica a scintilla, giacchè la detta luminosità non differisce da quella dalla scintilla nell'aria libera che per essere meno viva più grossa e a contorni sfumati. Essa si sostituisce alla luminosità costituita dalla colonna positiva e dal bagliore (o strati di luce circondanti il catodo) quando si aumenta l'intervallo a scintilla DE, precisamente come si sostituirebbe la scintilla ordinaria alla scarica costituita dal fiocco positivo e dal bagliore negativo o stelletta, se gli elettrodi F F' fossero punte nell'aria a pressione ordinaria.

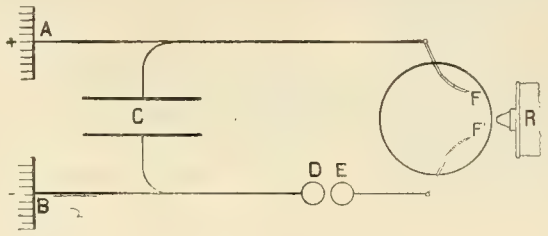


Fig. 3.

La porzione di destra della fig. 4 riproduce in iscala ridotta (circa 1 : 3) la scintilla di circa 15 cent. di lunghezza nel pallone fig. 1 (*).

Aumentando la capacità C basta una scintilla DE più corta per avere la scarica a scintilla anche nell'aria rarefatta.

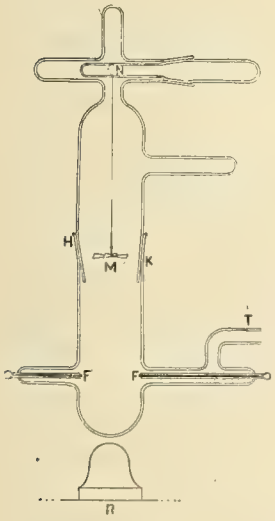


Fig. 5.

Nel corso delle mie ricerche sono stato condotto a verificare che, come la scintilla nell'aria alla ordinaria pressione, anche la scintilla nell'aria rarefatta produce quell'effetto meccanico, che sembra dovuto ad una brusca espansione, e che taluno considerò come un effetto calorifico, ed altri invece come effetto della reciproca ripulsione fra masse o particelle d'aria omonimamente elettrizzate. Ho fatto l'esperienza coll'apparecchio della fig. 5, nel quale le scintille scoccano fra gli elettrodi F, F'. Esso è di forma cilindrica, e può separarsi in due parti mercè il giunto a smeriglio HK. L'apparecchio, che è collocato verticalmente, contiene una specie di mulinello leggerissimo di alluminio M sospeso ad un filo di bozzolo, e formato di quattro alette in croce curvate come le pale di un elica da areoplano. Il filo di

(*) La fig. 4, come pure le fig. 8, 9, 10, 11 e 12, (unite in fine a forma di Tavola) sono riproduzioni in iscala ridotta di alcune fra le molte fotografie da me eseguite nel corso della mia ricerca. Per le fig. 10 e 12 si trattava d'un fenomeno continuato, e si tenne aperto l'obbiettivo per 20 secondi; ma per le fig. 4, 8, 9 e 11 occorreva raccogliere l'imagine d'un'unica scarica. Onde ottenere tale imagine abbastanza marcata, oltre che impiegare generalmente un condensatore di capacità grande, dovetti far uso di lastre sensibilissime (lastre Cromo-Isorapid della A. F. G. A), e stampare su carta alla celloi-

sospensione fa alcuni giri sul tubetto di vetro N unito ad un giunto a smeriglio, di guisa che, con opportuna rotazione di quel tubetto, il mulinello può essere portato a varie altezze, anche quando nel tubo l'aria è già rarefatta. Ad ogni scintilla che scocca il mulinello riceve un impulso, come se fosse colpito da un soffio dal basso all'alto, e perciò assume un moto rotatorio, che solo la torsione crescente del filo finisce coll'arrestare.

Quantunque questo fenomeno si produca a pressioni non tanto basse quanto quella che esiste in un radiometro, mi sembra che si debba considerarlo come dovuto ad un bombardamento di particelle emesse dalla scintilla. Vien fatto quindi di pensare che tali particelle costituiscano in pari tempo i *raggi di scarica* (Entladungstrahlen) scoperti da E. Wiedemann (*), quantunqne non si sia mai, per quanto a me consta, osservato per opera di essi nessun effetto meccanico, e benchè J. J. Thomson (**) propenda a considerarli piuttosto come raggi X dovuti alle variazioni di velocità dei ioni nei loro urti.

Come si sa questi *raggi di scarica* hanno come principale proprietà quella di dar origine alla termoluminescenza di certi corpi che siano da essi colpiti. Il Wiedemann riconobbe, che un magnete non produce su di essi nessuna azione; ma vedremo più avanti che un certo effetto invece ha luogo.

Questo fenomeno meccanico prodotto a distanza dalle scintille mi sembra degno di uno studio speciale. Per ora accennerò brevemente a qualche esperienza destinata a chiarire qualche poco la sua natura.

In primo luogo ho constatato, che l'effetto meccanico si produce in ogni direzione attorno alla scintilla, anche nella direzione di questa, valendomi d'un apparecchio simile a quello della fig. 5, salvo che gli elettrodi hanno una forma tale, che la scintilla può rendersi orizzontale oppure verticale. Se poi, ripreso l'apparecchio della fig. 5, si fa scendere il mulinello M sino al disotto di FF', la rotazione si produce ancora, ciò che mostra non trattarsi dell'effetto d'una colonna ascendente di gas riscaldato dalla scintilla.

In secondo luogo ho voluto indagare, se le ipotetiche particelle lanciate dalle scintille sono o no elettrizzate.

A questo scopo, dopo avere per comodità disposto orizzontalmente l'apparecchio della fig. 5, ho sostituito al mulinello sospeso una così detta *camera di* Faraday,

---

dina, della varietà detta *Rembrandt*, le positive da consegnarsi a chi doveva preparare le figure col processo di fotozincografia. Infine trovai necessario evitare la formazione di imagini per riflessione sulle pareti interne dell'apparecchio. A questo scopo l'emisfero del pallone, che sta dalla parte opposta a quella ove è collocata la macchina fotografica, fu perfettamente annerito nella sua faccia interna, per mezzo d'una densa poltiglia formata con acqua, pochissima gomma, e nero fumo, quest'ultimo precedentemente lavato sopra un filtro mediante alcool assoluto.

(*) Fortschr. d. Physik 1895, p. 523, 716.

(**) Conduction of Electr. through Gases, 2. ed. p. 603.

cioè una scatola metallica *ABCD* (fig. 6) congiunta ad un lungo tubo *E*, ed avente nella faccia rivolta verso la scintilla un' apertura circolare *CD* chiusa con una reticella metallica. Essa contiene un disco *S* portato da una lunga asticella *ST*. Mentre la scatola è in buona comunicazione col suolo, il disco è perfettamente isolato. E siccome il tubo *E* si prolunga sino ad un galvanometro sensibilissimo (un millimetro della scala corrisponde a 7.10^{-10} ampère) e comunica con uno dei serrafili di tale istrumento, mentre un filo ben isolato contenuto entro detto tubo, unisce l' asticella *ST* all' altro serrafilo, non si produce nessuna deviazione disturbatrice per causa della vicinanza degli apparecchi e dei conduttori necessari alla produzione delle scariche. Ho trovato anche utile, onde evitare complicazioni e cause d' errore, far sì, che soltanto al momento in cui scocca la scintilla possano esistere entro l' apparecchio delle cariche elettriche. A questo scopo ho addottato la disposizione fig. 7 in posto di quella della fig. 3. Gli elettrodi *F*, *F'* comunicano colle armature esterne di due identiche batterie *C*, *C'*, le cui armature interne comunicano coi conduttori principali *A* e *B* della macchina elettrica. Inoltre essi comunicano fra loro per mezzo di una breve e larga colonna d' acqua *Z*, il cui punto di mezzo comunica col suolo. Ad ogni scintilla abbastanza lunga che scocchi fra le sfere *D*, *E*, scocca pure una scintilla fra gli elettrodi.

Fig. 6.

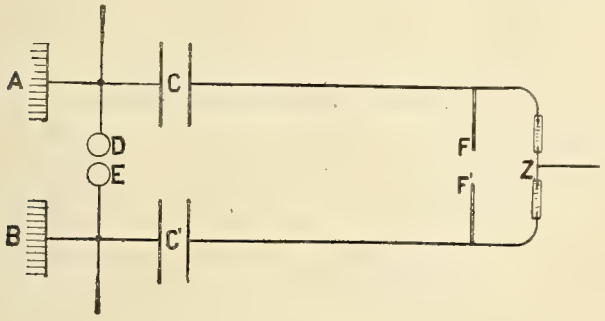


Fig. 7.

Con simile disposizione ho ottenuto ad ogni scarica entro l' apparecchio una deviazione galvanometrica indicante, che dell' elettricità positiva raggiunge il disco *S* (fig. 6).

A mio parere non bisogna dedurne, che la scintilla emetta unicamente ioni positivi, e neppure che questi siano emessi in maggior numero in confronto di ioni negativi o di elettroni. Sembra invece naturale che, data la simmetria della disposizione sperimentale, posto che si ha emissione di particelle elettrizzate, queste siano in egual numero pei due segni opposti, e che la carica positiva nella camera di Faraday dipenda dalla diversità di massa e di velocità fra ioni positivi ed elettroni, nonchè forse dall' esistere quell' uguaglianza numerica soltanto pel complesso del fenomeno e non per ogni singola porzione della scintilla. Ciò è convalidato da quest' altra esperienza. Mettendo a poca distanza dall' apertura *CD* (fig. 6) un disco metallico in comunicazione col suolo, che arresti i ioni positivi diretti verso il disco *S*, questo raccoglie carica negativa.

Si vedrà più avanti qual effetto produca il campo magnetico sulle particelle emesse dalla scintilla.

5. Cambiamento di forma della scintilla prodotta dal campo magnetico.

Trovato il metodo per ottenere scariche a scintilla in aria rarefatta sino a qualche decimo e anche a qualche centesimo di millimetro di pressione ho potuto realizzare la progettata esperienza, che passo finalmente a descrivere coll'aiuto di qualche fotografia.

Quella riprodotta nella fig. 4 fu ottenuta sperimentando coll'apparecchio fig. 1. Mentre la parte destra della figura mostra la scintilla prodotta senza che agisca il campo magnetico, la parte di sinistra fa vedere la trasformazione operata nella luminosità della scarica da un campo magnetico generato coll'inviare una corrente di 16 ampère nel rocchetto R (*). Si vede cioè, che la scintilla resta deformata e dilatata secondo le direzioni delle linee di forza, e specialmente nel senso secondo il quale il campo decresce. Una circostanza favorisce l'osservazione, quella cioè del non essere generalmente uniforme il chiarore sul largo sprazzo luminoso, come forse non lo è lungo la scintilla di cui esso è una trasformazione. Perciò la luminosità appare come la riunione di striscie di varia intensità, tutte incurvate, per quanto si può giudicare, secondo le linee di forza magnetica. L'aspetto assunto dalla scarica richiama singolarmente quello di certe aurore polari. La stessa somiglianza fu da me notata nel caso dell'esperienza citata in principio (raggi magnetici ricavati dalla scarica anulare senza elettrodi). Anzi in quel caso l'analogia era forse anche più evidente.

Se si dà alla scintilla nell'aria libera una lunghezza alquanto maggiore di quella minima necessaria perchè si abbia scarica a scintilla, quelle ineguaglianze di chiarore finiscono collo sparire, specialmente se la rarefazione entro l'apparecchio è assai spinta.

Che il fascio luminoso ottenuto nel campo magnetico abbia sensibilmente la forma delle linee e dei tubi di forza, risulta dimostrato con maggior evidenza quando s'impiega l'apparecchio più piccolo della fig. 2, e quindi una scintilla, lungo tutto il percorso della quale il campo magnetico può presentare una grande intensità. Basta, per convincersene, osservare le fotografie riprodotte nella fig. 8 e 9 (**), e confrontarle fra loro. La scarica della fig. 8 fu ottenuta quando era eccitato soltanto il rocchetto R (fig. 2), mentre nel caso della fig. 9 agiva anche il rocchetto R', presentante al pallone un polo di nome contrario a quello di R. La diversità, facile ad immaginarsi, della forma delle linee di forza nei due casi si riconosce facilmente dalla forma differente degli sprazzi luminosi, nei quali si trasforma per opera del campo la scintilla.

(*) Ecco le condizioni sperimentali in cui furono fatte le fotografie della fig. 4. La capacità del condensatore adoperato era di circa 170.000 unità, la scintilla fra D ed E (fig. 3) era lunga 3 mm. e la pressione dell'aria nel pallone era 0,044 mm Anche per le altre esperienze che citerò più avanti farò conoscere questi dati, e ne risulterà dimostrato come il nuovo fenomeno possa presentarsi in condizioni svariatissime.

(**) Capacità impiegata circa 1000 unità, scintilla nell'aria 18 mm. pressione entro il recipiente 0,06 mm.

6. Trasformazione della colonna positiva.

Una volta constatata la trasformazione preveduta della scintilla, ho naturalmente voluto esaminare se qualche analogo effetto presenta la colonna di luce positiva nell' usuale forma di scarica in gas rarefatto.

Come si è detto, se manca la scintilla *DE* (fig. 3) nell' aria libera, qualunque sia la capacità *C* del condensatore si vedono entro l' apparecchio, fra loro separate, la luce positiva rossa e la luce negativa o bagliore, che il campo magnetico modifica nella nota maniera. Inserendo una scintilla *DE*, la quale però sia assai più corta di quella che sarebbe necessaria perchè si producesse la scarica a scintilla, l' aspetto della scarica cambia poco. Infatti, la colonna positiva resta ben distinta dal bagliore, benchè si osservi qualche variazione nella loro forma.

Se ora si eccita il campo magnetico, mentre la luce negativa naturalmente si trasforma nel noto e brillante fascio di raggi magnetici, la colonna rossa della luce positiva si estende a largo ventaglio secondo le linee di forza magnetica, particolarmente nel senso in cui l' intensità del campo decresce. Si ha dunque un fenomeno perfettamente analogo a quello offerto dalle scintille.

La fig. 10 è la riproduzione d' una delle fotografie fatte nelle descritte condizioni.

La capacità adoperata era piccolissima (quella della macchina senza condensatori), la scintilletta nell' aria era di 1 mm. e la pressione nel grande pallone della fig. 1, adoperato qui pure, era di 0,46 mm. Vedesi in alto il fascio di raggi magnetici usuali passante pel bagliore negativo; sotto appare la colonna positiva notevolmente dilatata nel senso delle linee di forza generate dal rocchetto *R* della fig. 1. Coll' apparato più piccolo (fig. 2) si ha un analogo effetto, ma in tal caso risulta più evidente il cambiamento di forma della luminosità positiva, a seconda che si fa agire ora il solo rocchetto *R*, ora anche il rocchetto *R'*.

Nella stessa imagine della fig. 10 apparisce in corrispondenza all' estremità dell' anodo (che è l' inferiore dei due elettrodi) uno sprazzo luminoso, che segue esso pure le linee di forza magnetica, e che probabilmente proviene dal comportarsi momentaneamente come catodo anche l' elettrodo inferiore, in causa della produzione d' una scarica inversa, dovuta alla capacità dello stesso apparecchio, al cessare della scarica principale.

A parte questo dettaglio, si ricava dalle osservazioni riferite, che non solo in corrispondenza alla luce negativa, nonchè alle varie parti d' una scintilla, ma anche a partire da ogni punto della colonna positiva si formano raggi magnetici per azione del campo magnetico, e cioè prendono origine, secondo me, quelle coppie giranti elettrone-ione positivo, con cui si può render conto in modo soddisfacente dei fenomeni luminosi delle scariche nel campo magnetico.

7. Caso in cui le estremità degli elettrodi si trovano sull'asse del campo magnetico.

È facile prevedere a questo punto, in qual maniera si modifichi l'aspetto d'una scarica allorchè essa si produce sensibilmente nel senso d'una linea di forza. Infatti, dovendo dilatarsi nel senso medesimo, la scarica dovrà raccogliersi intorno alla linea di forza da essa seguita. Le fig. 11 e 12, che riproducono le imagini fotografiche di scariche prodotte nelle condizioni indicate, mostrano il fenomeno.

Nel caso della fig. 11 (*) la parte superiore mostra la scintilla quando non v'è campo, la parte inferiore fa vedere come la scintilla divenga più concentrata quando agisce un campo magnetico nella direzione della scintilla stessa.

La fig. 12 (**) è relativa alla scarica usuale, nella quale cioè vedonsi separatamente la luce rossa positiva (a destra) ed il bagliore negativo (a sinistra). Nella metà superiore della figura si vedono le dette luminosità mentre non esisteva campo magnetico; la parte inferiore le mostra quali divengono sotto l'azione del campo prodotto da un rocchetto, il cui asse passa per le estremità dei due elettrodi.

8. Azione del campo magnetico sulle particelle emesse dalle scintille.

Poichè le scintille nell'aria rarefatta emettono delle particelle elettrizzate, come si deduce dalle esperienze del § 4, diventa interessante indagare, se il campo magnetico esercita su di esse una influenza sensibile. Non ho fatto finora che qualche esperienza per orientarmi, riservando ad altra epoca uno studio più intimo di questi fenomeni. Le riferisco brevemente per la connessione che hanno col soggetto principale di questo scritto, pur facendo qualche riserva sulla generalità delle conseguenze che da esse ho tratto finora.

Mentre effettuavo l'esperienza colla camera di Faraday della fig. 6, introdotta al posto del mulinello nell'apparecchio della fig. 5, ho mandato di tanto in tanto la corrente nel rocchetto *R*. Ogni volta ho osservato una considerevole diminuzione della deviazione galvanometrica. Il campo fa dunque diminuire notevolmente la quantità d'elettricità positiva raccolta nell'unità di tempo dal disco *S* (fig. 6). È quanto fa prevedere la mia ipotesi, giacchè, quando esiste il campo, dei ioni positivi si uniscono ad elettroni per formare le supposte stelle doppie. Anche quando il disco raccoglie carica negativa, in causa della presenza d'un ostacolo che arresta i ioni positivi di-

---

(*) Capacità adoperata 170.000 unità, pressione dell'aria 0,04 mm., scintilla esterna all'apparecchio, circa 2 mm.

(**) Nessun condensatore, pressione 1 mm., scintilla 2 mm.

retti verso di esso, la creazione del campo fa diminuire la deviazione, ciò che era evidentemente da prevedersi, una volta ammessa la interpretazione precedente.

Era da aspettarsi altresì una qualche modificazione prodotta dal campo magnetico sull'effetto meccanico prodotto dalle scintille. In realtà il fenomeno si mostra però assai più complesso di quanto prevedevo.

Infatti, eccitando il rocchetto R (fig. 5) il mulinello, a seconda delle circostanze, accelera o ritarda. Se, per esempio, prima di creare il campo il mulinello è immobile, per esservi equilibrio fra la torsione del filo al quale è sospenso e gli impulsi dovuti al bombardamento a cui è esposto, accade che quando si manda la corrente nel rocchetto esso riprende talvolta a girare nel senso di torgere ulteriormente il filo, mentre altre volte si pone a girare in senso opposto. Ciò che prevedevo era un aumento di velocità quando il mulinello è posto al disopra della scintilla come nella fig. 5, e una diminuzione quando si trova invece al disotto; ma non posso dire di avere constatato una tale differenza, che fornirebbe una sicura prova in favore della mia teoria dei raggi magnetici.

Ritengo che gli effetti fra loro opposti da me constatati debbano spiegarsi invece nel modo seguente. Da mie anteriori ricerche si sa, che il campo magnetico fa aumentare in certe circostanze, e in altre fa diminuire, la differenza di potenziale richiesta a che la scarica si formi. E siccome la velocità con cui sono emessi dalla scintilla i ioni positivi e gli elettroni deve verosimilmente dipendere da quella differenza di potenziale, così si comprende come, a seconda della pressione dell'aria, dell'intensità del campo ecc., l'azione prodotta sul mulinello varii in un senso o nell'altro per opera del campo magnetico. Ho visto infatti invertirsi l'effetto prodotto col creare il campo magnetico, quando l'intensità di questo veniva mutata sufficientemente.

Infine ho osservato un fenomeno inaspettato, che mi sembra interessante e non facile a spiegare dettagliatamente.

Se si abbassa il mulinello M poco a poco, sinchè passi al disotto degli elettrodi F, F' (fig. 5) la sua rotazione com'è naturale, si inverte, in causa del fatto che nel secondo caso l'elica presenta al bombardamento la faccia opposta a quella, che era colpita nel primo caso. Il molinello deve dunque restare immobile, allorchè è immerso nella scintilla; posso dire immerso, perchè questa ha infatti tal volume da contenerlo ampiamente, se la rarefazione e la capacità sono abbastanza grandi.

Ora, nel verificare questo fatto notai, che quando il mulinello era pochissimo più alto o più basso della retta $F\ F'$, la sua rotazione sembrava dipendere dalla direzione del campo, in quanto che essa si accelerava o si ritardava invertendo la corrente nel rocchetto R. Oltre all'effetto meccanico prodotto dalle particelle emesse dalla scintilla esiste dunque anche un'azione speciale del campo magnetico dipendente dalla sua direzione.

Per mettere in evidenza il fatto appena intravvisto, ho adoperato un mulinello simile per la forma a quello di un radiometro, cioè formato da quattro alette verti-

cali. Posto al di sopra o al disotto della scintilla FF' esso non si mette in moto, come era da prevedere. Ma, non appena lo si colloca fra gli elettrodi, esso si mette a girare, assai rapidamente se la scarica è resa molto intensa, col fare piuttosto grande l'intervallo a scintilla DE. Invertendo la corrente magnetizzante, tosto s'inverte il senso di rotazione, il quale coincide con quello che ha la corrente del rocchetto R. Il senso della rotazione è dunque quello stesso nel quale un elettrone percorre la propria traiettoria elicoidale, visto che sia nella direzione della linea di forza magnetica che è asse di quell'elica. È in pari tempo il senso nel quale l'elettrone satellite gira intorno al ione positivo nelle coppie elettrone-ione positivo rese relativamente più stabili dal campo magnetico.

Questa relazione fra la direzione del campo e il senso di rotazione indicherà la vía per giungere alla spiegazione del nuovo fenomeno.

Per chi volesse riprodurlo aggiungerò, che esso si manifesta nel modo migliore quando la pressione dell'aria è di qualche decimo di millimetro, per esempio fra 0,3 e 0,7 mm. Infatti per pressioni maggiori entrano in guioco forze elettriche dovute a carica acquistata dal mulinello, con effetti irregolari, mentre per pressioni di più in più ridotte la rotazione del mulinello si fa di più in più lenta. Aggiungo poi che la disposizione della fig. 7 è preferibile a quella della fig. 3. Nelle mie esperienze ciascuno dei condensativi C e C' della fig. 7 aveva una capacità di circa 38.000 unità elettrostatiche.

Faccio notare infine che, specialmente quando la pressione dell'aria non è piccola, il mulinello insieme al filo cui è sospeso si sposta spesso, per effetti elettrostatici, come un pendolo, ciò che costituisce una perturbazione rispetto al fenomeno principale. Tali spostamenti sono inoltre alquanto irregolari; ma un movimento particolare si scorge ben distinto, e cioè il filo s'inclina un poco ad ogni scarica, restando in un piano perpendicolare alla retta che congiunge i due elettrodi, e dirigendosi dalla parte verso cui il campo sposterebbe la detta retta, se fosse un filo conduttore percorso dalla scarica.

Ma la rotazione si produce anche impedendo questa deviazione dalla verticale del filo di sospensione.

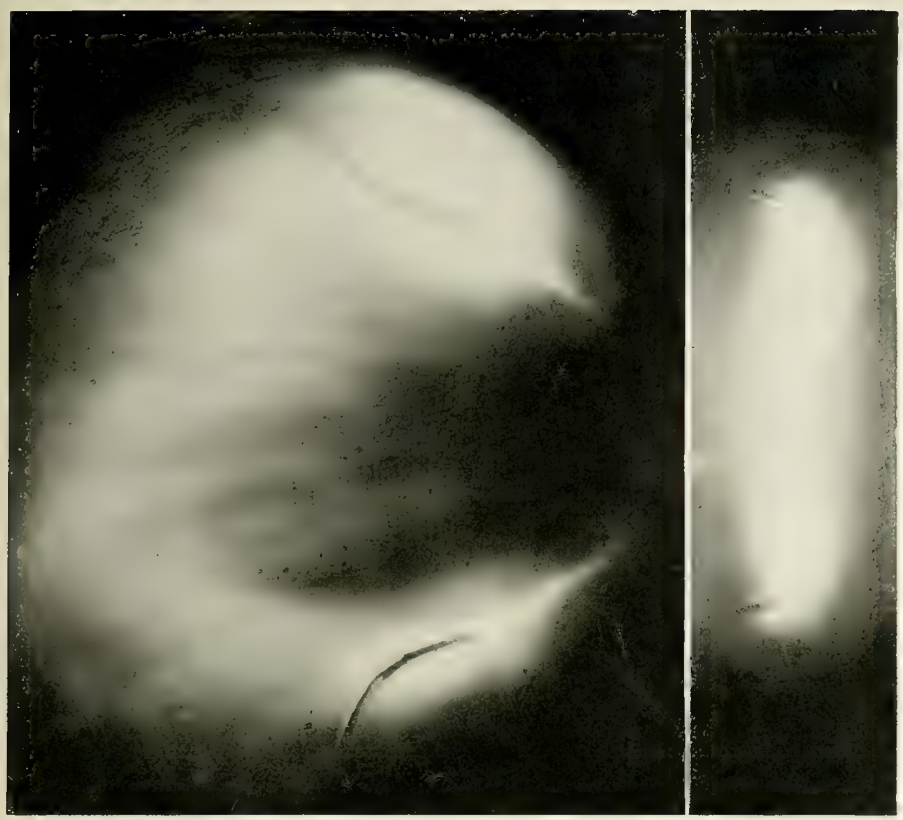


Fig. 4.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10

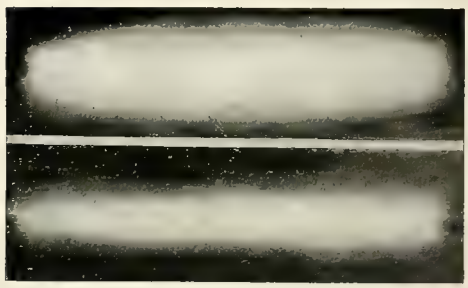


Fig. 11.

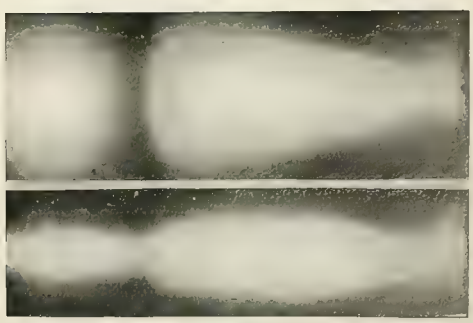


Fig. 12.

PRIMI ESPERIMENTI DI VACCINAZIONE NEGLI ANIMALI CONTRO IL GERME SPECIFICO DELLA PELLAGRA

(Streptobacillus Pellagrae, T.)

MEMORIA

DEL

PROF. GUIDO TIZZONI

(letta nella Sessione del 28 Gennaio 1912).

(CON TAVOLA)

Risoluta la questione genetica della pellagra, stabilita l'unità etiologica delle varie forme cliniche sotto le quali si presenta questa malattia (tifo pellagroso, psicosi pellagrosa, pellagra comune), riconosciuto che il mais guasto contiene l'agente specifico di essa malattia di cui diviene perciò il mezzo principale di trasmissione (1), era naturale che si cercasse di vedere se, con le colture dello streptobacillo da me isolato e descritto, si potesse determinare negli animali recettivi per tale infezione una immunità vaccinale. Nè ad alcuno potrà certamente sfuggire l'importanza per la profilassi della pellagra della questione che ci proponevamo di studiare, come nessuno potrà negare i grandi benefici che da essa sarebbero derivati allo ammalato ed alla società se fossimo pervenuti a risultati positivi.

Peraltro, nel caso speciale, la ricerca fino da principio si preannunziava irta di particolari difficoltà; e ciò, non solo per difetto nelle colture, di cui è parola, di una vera tossina solubile, dimostrabile colla iniezione negli animali dei rispettivi filtrati, ma, e più ancora, per la lunga durata dello esperimento praticato con l'iniezione di colture vive, per il grande numero e la diversa origine degli stipiti isolati, e per le differenze morfologiche e colturali che questi presentano a seconda della forma clinica dalla quale sono stati ricavati o delle modificazioni che ulteriormente hanno subìte nel loro passaggio attraverso gli animali o nella loro conservazione sui mezzi nutritivi artificiali.

(1) Tizzoni e Fasoli — Saggio di ricerche bacteriologiche sulla pellagra — *Memorie della R. Accademia dei Lincei* Cl. d. Sc. fis. mat. e nat., vol. VI, 1906.

Tizzoni — Intorno alla patogenesi ed etiologia della pellagra — *Bollettino d. Ministero di Agricoltura ecc.*, 1909.

Tizzoni — Intorno alla patogenesi ed etiologia della pellagra — Seconda serie di ricerche. *Bollettino d. Ministero di Agricolt. ecc.* Anno VIII, Vol. II, Ser. C, 1909. Fasc. 9.

Tizzoni — Sulla possibilità di trasmettere la pellagra alla scimmia — *Memorie della R. Accademia delle Scienze di Bologna.* Serie VI, T. VIII, 1911.

Tizzoni — Ueber die Existenz eines spezifischen Präzipitins im Blute der Pellagrakranken — *Clb. f. Bakteriologie ecc.*, 1911, Bd. 61. Heft. $^4/_5$. Originale.

Quindi, nella impossibilità di seguire e mantenere contemporaneamente, e per un tempo assai lungo, molti animali in esperimento, tali ricerche, anche per l'incertezza dei risultati a cui potevano condurre, dovevano mirare dapprima a stabilire una specie di orientamento nella questione, e per ciò dovevano esser limitate in principio a pochi stipiti ed a pochi animali.

In tal modo le esperienze di cui riferiamo qui i risultati non rappresentano che studi preliminari, diretti a stabilire i capisaldi di ricerche che più tardi dovranno avere un maggiore e più conveniente sviluppo, dopo riconosciuta la possibilità di ottenere negli animali un grado abbastanza elevato e sicuro d'immunità vaccinale.

I metodi dei quali ci siamo serviti per queste prime indagini sono quelli soliti, che possono chiamarsi fondamentali, in cui la vaccinazione è determinata con coltura naturalmente o artificialmente attenuata.

A — Vaccinazione con colture naturalmente attenuate.

A questo riguardo dobbiamo ricordare come per i miei precedenti studi sia stata dimostrata in tutti gli stipiti del germe specifico da me isolati una speciale azione patogena sulla cavia, che muore in media in 30-60 giorni.

Peraltro deve esser notato ancora che nel corso degli esperimenti diretti a studiare l'azione patogena del germe da me isolato, questo, dopo il suo passaggio attraverso il corpo dell'animale (cavia-scimmia), od anche semplicemente per effetto della sua stessa conservazione nei mezzi artificiali di nutrizione, si mostrò alcune volte transitoriamente attenuato, tanto da non essere più capace in alcuni esperimenti di determinare la morte dell'animale al quale era stato inoculato sotto la pelle, producendo solo una forma morbosa più o meno grave, ma sempre risolvibile in modo completo in un termine variabile.

Ora di questi esperimenti, che si potrebbero dire falliti per la dimostrazione completa di un'azione patogena della coltura usata, io ho voluto approfittare per vedere appunto se in tali casi la coltura precedentemente sopportata, o la piccola malattia da essa determinata, avessero provocato nella cavia uno stato più o meno elevato d'immunità, tanto da permettere, senza disturbo alcuno, la iniezione successiva nel medesimo animale della stessa coltura, od anche di coltura ricavata da forme di malattie molto gravi e riconosciuta indubbiamente assai più attiva delle precedenti.

Ecco per sommi capi gli esperimenti fatti collo intendimento indicato — ed eseguiti tutti indistintamente sulla cavia — scegliendo sempre da un ricco allevamento dell'Istituto soggetti sani e robusti, del peso di 300-400 gr. circa.

Certo queste ricerche avrebbero potuto essere eseguite anche sopra la scimmia, che è pure abbastanza recettiva per il virus della pellagra; ma il suo costo assai elevato, come il diverso modo di rispondere dei vari soggetti alla praticata iniezione, in ordine alla grandissima diversità di specie o razza cui essi appartengono, rendono questo animale molto meno indicato della cavia per simili studi.

Esperimento 1° — Iniezione sottocutanea al dorso di una coltura in agar dello Stip. Gr. IV

Segue un quadro morboso che risolve completamente, in cui predominano i fenomeni nervosi e la diarrea.

Si ripete la stessa iniezione una 2ª ed una 3ª volta, rispettivamente nei giorni 11-VIII-1910 e 18-IX-1910, quando i fenomeni morbosi ridestati dalla precedente iniezione erano intieramente scomparsi.

7-II-1911. — Quarta iniezione eguale alle precedenti, *ma praticata quando l'animale presentava ancora forte spasmo del treno posteriore, specialmente a destra.*

14-III-1911. — *Muore 35 giorni dall'ultima iniezione,* dopo essersi aggravati i fenomeni nervosi ricordati e dopo una forte diminuzione del peso corporeo.

Autopsia. — Importante è in questo caso riportare per intiero il reperto anatomico, data la gravezza delle lesioni riscontrate, dovuta indubbiamente al lungo decorso ed al frequente ripetersi della malattia

Pericardio inspessito. Fegato bruno, congesto, con chiazze di degenerazione grassa, più evidenti verso i bordi. Milza piccola, pallida, atrofica. Reni con forte congestione e con rigonfiamento della sostanza corticale, che apparisce di color giallognolo e mal delimitata dalla midollare. Stomaco contratto, contenente alimenti indigeriti; la mucosa è ricoperta di catarro e disseminata di chiazze emorragiche puntiformi; il piloro è inspessito e presenta egualmente emorragie della mucosa.

Duodeno fortemente arrossato e disseminato di piccole chiazze emorragiche; posteriormente aderisce ad un'ansa del digiuno che staccata lascia *nel duodeno un'ulcera allungata* secondo l'asse intestinale, in forma di una fenditura o di un occhiello, della larghezza di un paio di millimetri appena, a bordi smangiati, erosi, atonici; ulcera che per la ricordata aderenza viene completamente chiusa impedendo il versamento dei cibi nella cavità peritoneale. I relativi pezzi fissati e conservati col metodo Kaiserling fanno parte della raccolta del nostro Museo riguardante gli esperimenti relativi alla pellagra.

L'aderenza col digiuno, poi, stabilisce un ostacolo sul coledoco che mostrasi abbastanza dilatato. Il digiuno è pure molto sottile, arrossato, con qualche emorragia puntiforme; contiene un liquido simile ad una lunga farinata, in cui pochi alimenti indigeriti sono mescolati ad abbondante liquido mucoso molto sciolto. L'ileo contiene una mescolanza di feci solide e liquide con gas; in qualche punto presenta dilatazioni varicose con assottigliamento forte della sua parete.

Il crasso non offre alla osservazione nulla di anormale; contiene materie poltacee.

Riesce positiva per la presenza del germe specifico la coltura fatta dal sangue, dal fegato e dalla milza, ma nascono tutte con qualche giorno di ritardo. La coltura dal sangue mostra gli stessi caratteri di quelle in cui il siero, per la lunga durata della malattia, ha acquistato un forte potere agglutinante, così da determinare l'agglutinazione sollecita dei germi in parola a misura che procede il loro sviluppo (agglutinazione in coltura nascente).

In questi casi, come vedesi nella fig. 6, le colonie, per effetto della agglutinazione, rimangono compatte, tutte aderenti al coagulo che trovasi nel fondo della provetta od

incluse nel suo interno, e per la loro successiva fusione formano delle chiazze biancogiallognole che non arrivano mai a distaccarsi dal coagulo stesso nemmeno agitando fortemente il liquido della coltura, e che mai si diffondono al brodo sovrastante, il quale perciò si mantiene limpido e trasparente come fosse brodo sterile.

Questa figura così classica, che vale per tutti i casi simili, serve di per se a dimostrare nel siero di animali semi-immunizzati, per aver sofferto lunghe malattie o per aver avuto uno o più iniezioni vaccinanti, l'esistenza di un potere agglutinante abbastanza elevato.

Ho voluto riportare per esteso questa osservazione, perchè prova come dopo varii attacchi della malattia, simili a quelli che quasi periodicamente si ripetono nell' uomo, le lesioni anatomiche, specie quelle classiche del duodeno, possono arrivare ad un grado molto elevato e manifestarsi in tutta la loro importanza, così da non lasciare alcun dubbio sul diagnostico del quadro morboso

Esperimento 2° — Iniezione sotto la pelle del dorso di una coltura in agar dello *Stipite* Scimmia II ricavato dal fegato.

Segue paralisi spastica del treno post. e diarrea.

Il 9-VII-1910, il 18-IX-1910 od il 27-I-1911 si ripete l'iniezione della stessa coltura che non determina mai fenomeni di malattia; anzi il peso dell'animale sale progressivamente da quello originale di 350 a quello di 770 gr.

12-V-1911. — Iniezione di una coltura in agar *Stipite* Mazzini che uccide il controllo in 43 giorni.

9-XII-1911. — Morte dell'animale *dopo trascorsi 5 mesi dall' ultima iniezione*, avendo presentato prima di morire paralisi spastica caratteristica del treno post., diarrea ed una forte diminuzione del peso che scese a gr. 540.

Alla *Sezione* il consueto quadro anatomico, nel quale spiccano specialmente l'assottigliamento della parete del tenue e le emorragie della vescica. Con la coltura si ricavano germi specifici dal sangue e dal fegato.

Esperimento 3° — Iniezione sottocutanea al dorso di una coltura in agar *Stipite* Dall'Olio, ricavato con l'esperimento dalle feci di un ammalato di pellagra comune.

Tien dietro alla iniezione un quadro morboso abbastanza grave che peraltro risolve completamente (paralisi spastica, diarrea, diminuzione del peso).

8-IX-1910. — Seconda iniezione come la precedente, quando l'animale si era completamente ristabilito ed il suo peso era tornato a quello primitivo

Dopo questa iniezione si ripete qualche fenomeno nervoso che presto regredisce.

7-II-1911. — Terza iniezione di una coltura in agar *Stipite* Mazzini che mostravasi naturalmente attenuata, tanto da determinare nel controllo malattia grave ma non mortale.

Nessun fenomeno morboso segue a questa iniezione.

12-V-1911. — Quarta iniezione di una coltura in agar *Stipite* Mazzini che uccide il controllo in 43 giorni.

7-X-1911. — Muore *dopo trascorsi 5 mesi dalla ultima iniezione*, avendo presentato negli ultimi momenti della vita paralisi spastica e diarrea.

Alla *Sezione* si trova il solito reperto anatomico caratteristico. Riesce positiva per la presenza del germe la coltura del sangue e della milza.

Esperimento 4° — Iniezione sotto la pelle del dorso di una coltura in agar *Stipite* Mazzini naturalmente ed accidentalmente attenuata (follia pellagrosa).

Ne segue fortissima paralisi spastica che più tardi passa a paralisi flaccida, diarrea sanguinolenta, aspetto brutto dell'animale che ha il pelo irto e sembra essere molto sofferente, diminuzione del peso del corpo che scende da 300 a 250 gr.

12-V-1911. — Si ripete l'iniezione con una coltura dello stesso stipite che uccide il controllo in 43 giorni, dopo che i fenomeni accennati erano completamente risoluti ed il peso dell'animale era tornato a 300 gr.

10-XII-11. — Morte dell'animale *dopo trascorsi 5 mesi dalla precedente iniezione*, avendo presentato negli ultimi giorni di vita paralisi spastica del treno posteriore, diarrea, diminuzione del peso che da 540 era disceso a 340.

Alla *Sezione* nulla di notevole oltre le solite lesioni. Riesce positiva la coltura del sangue, del fegato e della milza.

Queste poche esperienze dimostrano chiaramente che l'iniezione di una coltura naturalmente ed accidentalmente attenuata, incapace di uccidere l'animale, aumenta considerevolmente la sua resistenza contro il germe specifico, tanto da rendere assai meno sentite le iniezioni successive fatte con la stessa coltura, e da prolungare di tre mesi la vita dello stesso animale in confronto a quella dei controlli, dopo l'ultima iniezione di prova fatta con coltura proveniente da stipite diverso e di azione patogena molto più energica.

Peraltro ciò si ottiene a condizione che si attenda a ripetere l'iniezione vaccinante che i fenomeni morbosi suscitati dalla precedente siano del tutto scomparsi ed il peso del corpo sia tornato a quello originale. Altrimenti, se non si seguono queste cautele e le iniezioni si ripetono quando i fenomeni morbosi sono ancora in atto, come avvenne nello Esp. 1°, allora l'animale si mostra più sensibile alla stessa coltura usata nella vaccinazione, per la quale muore assai prima di quello che di consueto avviene quando si pratica identica iniezione in animale normale, mai operato (35 giorni).

Per mancanza di opportuni esempi non possiamo dire se nella cavia l'immunità vaccinale si consegue anche in un tempo minore, quando l'iniezione del vaccino non determina nessun fenomeno palese di malattia.

Le colture naturalmente attenuate hanno, peraltro, il difetto, oramai noto a tutti, di non potere in alcun modo regolare a volontà il processo d'immunizzazione. Tale attenuazione il più spesso è il frutto del caso e non dipende affatto da condizioni conosciute; di più la forza vaccinante delle colture ci si rivela solo per i loro effetti, nè ci è dato poter dire a priori se e quali fenomeni morbosi esse determineranno negli animali da vaccinare.

Per tutti questi gravi difetti inerenti alle colture spontaneamente indebolite nella loro forza, era naturale che cercassimo se fosse possibile ottenere una giusta attenuazione delle colture provviste di tutta la loro attività da trasformarle in sicuri vaccini.

B — Vaccinazione con colture artificialmente attenuate a mezzo del calore.

Nello studio della possibile trasformazione in vaccino delle colture virulente, ho voluto sperimentare dapprima l'azione delle alte temperature, sia perchè queste sono molto facili a regolarsi, sia perchè i precedenti esperimenti mi avevano istruito sullo indebolimento che esse effettivamente subiscono per effetto del calore, specie quelle che provengono da stipiti meno attivi (Gr. I, Gr. IV). Infatti io ho trovato in un mio precedente studio (1) che, per uccidere una cavia, raramente occorre ripetere l'iniezione, quando la coltura sottoposta per ½ ora alla temperatura di 100° proviene da materiali ricavati direttamente dall'uomo; e che invece per aversi l'esito letale di regola bisogna ripetere 2-3 e perfino 4 volte l'iniezione, quando la coltura sottoposta alla alta temperatura deriva da stipiti che vivono da tempo allo stato saprofitico (Gr. I, Gr. IV) e che verosimilmente sono assai più deboli, assai più vulnerabili dei precedenti.

Ed è appunto di questi due ultimi stipiti che ci siamo valsi negli esperimenti seguenti, in cui la coltura in agar di 20-24h era ripresa con acqua salata e tenuta 1 ora a 90° a bagno maria o ½ ora a 100° prima d'iniettarla sotto la pelle della cavia.

In una prima serie di ricerche, per provare il valore di questi vaccini, abbiamo voluto espressamente limitare ad una od a poche le iniezioni vaccinanti, e fare la prova della avvenuta immunizzazione nelle condizioni più favorevoli, col saggiare la resistenza acquistata dallo animale contro la stessa coltura che aveva servito per la vaccinazione.

Ma purtroppo dovemmo accorgerci ben presto che le colture tenute 1 ora a 90°, anche quando non hanno destato alcun fenomeno o determinarono solo fenomeni di poca importanza e molto transitori, non sono per nulla atte a vaccinare, almeno nelle condizioni da noi provate, in cui cioè si fecero al massimo due iniezioni vaccinanti e si lasciò passare fra queste, e fra la vaccinazione e l'iniezione di prova, una distanza che va da 1 a 3 mesi circa. Anzi sembra che in questi casi, per effetto delle iniezioni di colture attenuate a mezzo del calore (1 ora a 90°), sia aumentata la recettività dell'animale che muore più sollecitamente del consueto.

Così morì in 41 giorni una cavia che due mesi prima della iniezione di una coltura virulenta (Stip. Gr. I), aveva avuto una iniezione vaccinante con la stessa coltura tenuta un'ora a 90°.

Egualmente soccombette in 34 giorni un'altra cavia iniettata con coltura virulenta (Stip. Gr. IV), che aveva avuto precedentemente due iniezioni vaccinanti con la medesima coltura sottoposta per un'ora alla temp. di 90°, alla distanza di due mesi l'una dall'altra, e con l'intervallo di circa tre mesi fra la seconda iniezione vaccinante e quella di prova.

Anche le colture tenute ½ ora a 100° a bagno-maria, poco valgono per la vaccinazione se le iniezioni vaccinanti sono in piccol numero ed assai ravvicinate fra loro e con la successiva iniezione virulenta.

---

(1) Tizzoni — Sulla resistenza alle alte temperature dello agente specifico della pellagra — (Streptob. Pellagrae, T.). *Bollettino d. Ministero di Agricoltura ecc.* Anno X, Ser. C, Fasc. 9, Sett. 1911.

Così una cavia, dopo aver ricevuto due iniezioni vaccinanti con coltura (Stip. Gr. I) tenuta ½ ora a 100°, alla distanza di 42 giorni l'una dall'altra, e dopo 29 giorni dalla seconda di esse l'iniezione di prova fatta con la stessa coltura non sottoposta ad alta temperatura, muore in 18 giorni.

Allo stesso modo muore in 25 giorni un'altra cavia che ha avuto due iniezioni vaccinanti con coltura (Stip. Gr. IV) sottoposta ½ ora alla temp. di 100°, alla distanza di 42 giorni l'una dall'altra, e successivamente due iniezioni virulente con la medesima coltura non scomposta dal calore, alla distanza di 29 giorni dalla ultima iniezione vaccinante, e con un intervallo di 3 mesi circa fra la prima e la seconda.

Queste esperienze, peraltro, non mi parvero sufficienti per escludere definitivamente la possibilità di ottenere la trasformazione di una coltura in vaccino a mezzo del calore, potendo benissimo gli insuccessi ottenuti dipendere dal difetto nel numero delle iniezioni vaccinanti, od anche dal ripetersi troppo sollecito di esse.

La morte degli animali in un termine più breve del consueto poteva appunto indicare che era mancato il tempo necessario per render completo il lavoro di depurazione e di preparazione che a difesa dell'organismo si compie nell'animale durante il periodo di latenza vaccinale.

Quindi, prima di scartare senz'altro un metodo che avrebbe potuto rendere dei grandi servigi, offrendoci una materia bruta di facile preparazione e che poteva essere oggetto di ulteriore depurazione, stimai opportuno di fare ancora due altre serie di esperimenti, provvedendo in modo più metodico e regolare alle iniezioni vaccinanti e virulente, e lasciando scorrere tra esse un tempo assai maggiore.

Naturalmente, una volta migliorate le condizioni di esperimento, non mi poteva contentare più di provare la resistenza acquistata dall'animale contro colture della stessa provenienza, ma volli vedere se esso potesse egualmente sopportare colture derivate da Stipite differente (Mazzini) e che la lunga esperienza ci aveva provato essere fra tutte quelle più attive. E questo volli fare ricercando la prova della avvenuta immunizzazione, non solo con le iniezioni sottocutanee di coltura virulenta molto attiva, ma anche con le iniezioni endoperitoneali, le quali rappresentano indubbiamente il maggiore sforzo cui si possa aspirare nel calcolare la resistenza determinata nell'animale colla vaccinazione in parola.

Con questi intendimenti furono fatti due lotti di esperienze di 3 animali ciascuno ,mettendo in una stessa gabbia quelli della medesima categoria e concedendo a tutti indistintamente una alimentazione mista con semola, fieno, erba.

Nel primo lotto le tre cavie furono vaccinate con ripetute iniezioni di coltura in agar dello Stip. Gr. IV esposta per 1 ora a 90°; nel secondo altre tre cavie furono egualmente trattate, ma con coltura tenuta ½ ora a 100°.

I risultati di questi esperimenti interessano grandemente, tanto per i fatti rilevati durante il processo di vaccinazione e per effetto di essa, quanto per quelli definitivi relativi alla resistenza acquistata dagli animali di contro a colture molto attive e provviste di tutta la loro forza.

A riguardo della vaccinazione sono anzitutto a notare gli effetti un po' diversi per la

salute degli animali che si hanno a seconda si usano colture riscaldate per un'ora e 90', oppure colture tenute ½ ora a 100°; le prime sono indubbiamente peggio sopportate, determinando fenomeni più gravi di malattia e conducendo assai più facilmente e più prontamente all'esito letale.

Infatti dei tre animali, A. B. C., trattati con cultura tenuta un'ora a 90', uno, la cavia C., morì in 54 giorni in seguito alla prima iniezione, dopo aver presentato un quadro morboso della malattia molto acuto e caratteristico; un altro, la cavia B, ammalò di una forma gravissima che finì con la morte e che per la sua importanza ritengo meritevole di particolare menzione; finalmente un terzo, la cavia A., sopportò tre iniezioni vaccinanti senza risentirne nulla, nemmeno sul peso del corpo.

Invece nel lotto degli animali vaccinati con la stessa coltura riscaldata per ½ ora a 100', una prima cavia C' morì in seguito alla seconda iniezione di vaccino, alla distanza di 1 mese da questa e di 4 dalla prima, dopo aver presentato un quadro della malattia molto spurio, in cui predominava specialmente il forte dimagrimento; una seconda B' ebbe solo in modo transitorio fenomeni spastici leggieri del treno post., che si manifestavano con una particolare andatura dell'animale in cui gli arti post. apparivano divaricati e meno mobili della norma; finalmente una terza A' sopportò, senza disturbo alcuno della sua salute, e senza nemmeno presentare diminuzione del peso, tutte e tre le iniezioni vaccinanti.

Questi esperimenti dimostrano, quindi, che la temperatura di 90' per un'ora e di 100° per mezz'ora, non uccide, ma solo attenua fortemente la coltura della pellagra; che tali colture attenuate sono molto diversamente sentite dai singoli soggetti cui sono iniettate a seconda della particolare loro recettività; che gli effetti nocivi delle culture mantenute per un'ora a 90° sono maggiori di quelli delle stesse culture tenute mezz'ora a 100°.

Data questa attenuazione, si comprende benissimo perchè nella esperienze di un lavoro precedente (1), in cui fu appunto studiata l'azione delle alte temperature sulle colture dello streptobacillo della pellagra, occorresse frequentemente ripetere due o più volte la iniezione della coltura attenuata col calore per ottenere la morte dell'animale; e perchè questo avvenisse di preferenza nelle colture avute da stipiti più deboli, quali devono essere appunto quelle ricavate dal granturco, in cui il germe vive da tempo allo stato saprofitico e si trova in condizioni di secchezza.

E forse la differenza di sensibilità dei varii soggetti spiega ancora perchè, in seguito all'uso di granturco avariato, non sempre ammalano tutti i componenti una stessa famiglia che ne fanno uso generale e che perciò si trovano tutti indistintamente sottoposti alla stessa causa morbosa

Come ho accennato, poi, ritengo meritevole di particolare menzione l'esperimento B appartenente al 1° lotto, perchè la semi-immunità acquistata dallo animale colla precedente iniezione di coltura attenuata determinò una malattia ad andamento molto lento, che in questo, come in casi consimili, permise ai fenomeni morbosi di raggiungere il massimo sviluppo e perciò ci pose in condizione di poterli meglio seguire e confrontare con quelli dello stesso ordine che s'incontrano nell'uomo.

---

(1) Lav. cit. a pag. 20.

Esperimento. 9-VI-1910. Cavia robusta del peso di 300 gr.; iniezione sottocutanea al dorso di una intiera coltura in agar di 18h (Stip. Gr. IV) da matrice in sangue del 13-V-1910, ripresa con 1.5 cc. di acqua salata e tenuta per un'ora alla temperatura di 90° a bagno-maria prima di iniettarla all'animale. Coltura appariscente, patinosa, biancastra, formata da elementi rotondi piuttosto grossi, riuniti a coppie, a catene, a grossi cumuli.

7-VII-1910. — Inizio della paralisi spastica al treno post.; di più la cavia è tutta addolorata e grida al più piccolo tocco.

21-VII-1910. — La paralisi spastica si è aggravata e dal treno post. si è estesa all'arto anteriore sinistro; si è aggiunta diarrea; peraltro il peso si mantiene sempre buono (340 gr.).

27-VII-1910. — Migliorata la paralisi spastica, tanto che l'animale ora riesce a camminare, ciò che prima non poteva fare altro che con molto sforzo, a causa della forte contrazione degli arti posteriori.

6-VIII-1910. — L'animale cammina abbastanza spedito; anche la diarrea è cessata; il peso del corpo si mantiene sempre sopra quello primitivo (360 gr.).

8-VIII-1910. — Si avverte che, con la diminuzione dello spasmo, gli arti post. sono divenuti *paretici*; ma l'animale arriva ancora a camminare discretamente poggiando sulla punta delle zampe e tenendo il treno post. rialzato. Peraltro gli arti post., incontrando anche deboli ostacoli, rimangono indietro e sono trascinati passivamente, con la pianta in alto, per un valido sforzo del treno anteriore.

20-VIII-1910. — Si ha *paraplegia completa ed assoluta*; gli arti post., che sono in semiestensione ed abbastanza rigidi, sono volti indietro con la pianta in alto, e trascinati passivamente. Si nota inoltre che l'animale è tutto addolorato, per cui appena lo si tocca, anche leggermente, grida come provasse forte dolore.

Tale *paralisi si fece permanente e durò per oltre un anno fino alla morte dell'animale*; per lunghissimo tempo rappresentando il solo fenomeno morboso apprezzabile, compatibile anche con un discreto stato di nutrizione dell'animale.

La paralisi nel caso in questione aveva questo particolare: che allorquando si eccitava l'animale, come ad es. quando si posava in terra, gli arti post. paralitici diventavano tutti rigidi e lo spasmo si trasmetteva anche al treno ant.; allora l'animale rimaneva immobile, nella impossibilità di procedere fino a che non era passato lo spasmo, e gridava per il forte dolore.

Ai primi di ottobre 1910 i fenomeni descritti raggiunsero il massimo sviluppo, con maggiore accentuazione dei fatti paralitici verso la fine di gennaio 1911.

L'animale fu fotografato due volte: il 4-X-1910, quando predominava il quadro paralitico-spastico, ed il 29-I-1911; quando la paralisi flaccida aveva oramai preso il sopravvento.

La prima volta la fotografia fu fatta in due pose diverse. Nella prima è ritratta la cavia appena poggiata in terra, quando ha ambidue gli arti estesi e rigidi, con la pianta in alto, e quando per il forte spasmo non riesce a trascinare il corpo, nonostante gli sforzi fatti col treno ant e l'aiuto che l'animale cerca darsi coll'arto post. destro, del quale appena riesce a muovere ed a poggiare in terra la punta dello zampino (fig. 1).

Nell'altra posa (fig. 2) è stato ritratto l'animale nell'atto in cui riesce a muoversi; il treno post. è rialzato perchè gli arti corrispondenti sono divaricati ed in semiestensione; l'arto post. destro riesce a toccare il suolo quasi con l'intiera pianta dello zampino, il sinistro poggia solo con la punta.

Nella fotografia fatta il 29-I-1911 si ha il predominio assoluto dei fatti paralitici (fig. 3); gli arti post. sono immobili e trascinati passivamente dall'animale come dopo la sezione completa del midollo spinale.

9-I-1911. — Per la presenza dei fenomeni nervosi sopra enumerati, si determina un arrossamento ed un forte ingrossamento della pianta delle due zampe post., specie della destra, che arriva ad un volume circa il doppio di quella di uno zampino normale appartenente ad una cavia della stessa taglia (fig. 4), e che presenta un'ulcerazione nella sua parte centrale, facilmente sanguinante.

Intorno al significato di questi fenomeni, non può ammettersi che siano semplicemente dovuti ad insulti meccanici per la posizione anormale dell'arto e per lo strascinamento di questo sul terreno, perchè nel camminare è il dorso dello zampino e non la pianta che viene strusciata sul suolo e che perciò dovrebbe maggiormente risentirne l'attrito.

Bellissimi sono ancora i *disturbi trofici che si osservano sulla pelle del metatarso, specialmente a destra, dove si ha una attiva desquamazione epidermoidale con formazione di grosse squame cornee* (fig. 4).

Anche le piante delle zampe anteriori, in particolar modo la destra, si mostrano arrossate, tumide, con abbondante desquamazione epidermoidale, come mai si vedono negli animali sani.

A tal riguardo, peraltro, bisogna tener conto anche dello sforzo grandissimo che devono compiere gli arti ant. per trascinare il corpo, e del peso maggiore che gravita sopra di essi nei movimenti dell'animale

Nonostante le gravi lesioni ricordate, l'appetito, le funzioni intestinali ed il peso dello animale (gr. 430) si mantengono in ottime condizioni.

Più tardi si manifestarono altri fenomeni trofici, e cioè caduta del pelo con formazione di vere *chiazze alopeciche*. Una di queste si formò alla parte sinistra del dorso, in tutta prossimità della radice dell'arto ant. sinistro; ma in principio, essendo ancora per buona parte ricoperta dal pelo, appariva solo come una piega o come una linea sottile, quale appunto si scorge nella fig. 3.

Più tardi questa chiazza alopecica si accrebbe considerevolmente, ed allora appariva come una grande area della pelle del tutto priva di pelo e letteralmente allo scoperto.

Altra zona alopecica si formò nel maggio 1911 ai dintorni dell'ano, per una estensione corrispondente ad un raggio di 2 centimetri circa

Questo animale durante l'esperimento ha figliato due volte; una prima volta il 21-IV-1911, ma i piccoli morirono poco dopo perchè la madre non riescì ad allattarli; una seconda volta il 22-VII-1911, e questa volta la madre, mettendosi convenientemente in posizione di fianco, riuscì ad allattare i due neonati, che in primo tempo apparivano sani e robusti.

Di questi, uno morì marantico il 2-VIII-1911, cioè 11 giorni dopo la nascita; l'altro

si conservò grasso e vispo fino al 27-IX-1911, in cui cominciò a presentare diarrea e paralisi spastica del treno post, e morì il 3-X-1911, dopo aver presentato tutto il quadro classico della pellagra sperimentale.

Quasi contemporaneamente alla comparsa nel figlio della malattia ricordata, anche la madre ebbe ad aggravarsi; ai soliti fatti paralitici e trofici si aggiunse la diarrea, il peso del corpo si abbassò rapidamente, da 670 gr. scese a 490, ed il 9-X-1911 *avvenne la morte, dopo 16 mesi dalla unica iniezione di coltura* (Stip Gr. IV) *tenuta per un'ora e 90', e dopo più di un anno che era paralitica.*

Alla *autopsia* nulla di particolare oltre il solito quadro anatomico La zona alopecica alla spalla sinistra è molto ridotta ma non ancora completamente scomparsa. La parte inferiore delle zampe post. è ancora tumefatta; la pelle del metatarso presenta abbondanti squame epidermoidali; le escare della pianta dello zampino sono impiccolite ed in via di cicatrizzazione; nella pelle, nel connettivo sotto-cutaneo e nei muscoli degli arti post. si osservano abbondanti emorragie.

Il sistema nervoso centrale, che in questo caso costituiva certo il pezzo più importante, fu raccolto in massa e fissato convenientemente per essere studiato, insieme a quello di altri casi di pellagra sperimentale, dal Dott. G Vernoni, Aiuto a questo Istituto.

Alla *sezione del figlio* morto il 3-X-1911 furono riscontrate alterazioni identiche a quelle della madre, fra le quali spiccavano specialmente le emorragie cutanee, sottocutanee e muscolari al treno post., specialmente alle coscie; il catarro del tenue con forte assottigliamento della sua parete

Le colture fatte dal sangue, dal fegato e dalla milza della madre rimasero tutte sterili; forse per il fatto accennato dell'alto potere battericida acquistato dal sangue e dagli umori in seguito al lungo decorso della malattia. Invece innesti identici fatti con materiale preso dal figlio riuscirono tutti positivi.

Ho voluto riportare per esteso questo caso, che per la sua importanza fermò l'attenzione di tutti i colleghi cui ebbi a mostrarlo, compresi quelli che sono vere competenze in materia pellagrologica, perchè non credo sia stato mai possibile ripetere sugli animali a mezzo di colture artificiali lesioni nervose così spiccate e di così lunga durata, sia perchè salta anche agli occhi dei profani la loro analogia con quelle che decorrono spontaneamente nell'uomo

Una forma di paralisi come quella descritta potei osservarla, per quanto raramente, anche in esperimenti fatti con materiale preso direttamente dall'uomo, e precisamente da colture avute in questi ultimi tempi da una ammalata, certa Gnocchi Teresa, ricoverata nel Manicomio di Brescia diretto dal Prof. Seppilli e della quale darò qui qualche notizia sommaria, nell'attesa che i Dottori Baccelli e Lui, medici del suddetto Manicomio ed incaricati dello studio di questo caso, ne diano a suo tempo, come promisero, più ampi ragguagli.

E vogliamo sperare che l'attesa non sia troppo lunga, data l'importanza che gli stessi fatti rilevati, senza bisogno di compiacenti interpretazioni, possono avere nella risoluzione di una questione d'interesse così generale come quella della patogenesi ed etiologia della

ellagra; ogni dilazione non avrebbe altro effetto che quello di privare la scienza di nuovi elementi di giudizio e di ritardare il raggiungimento della mèta che deve esser comune a tutti i ricercatori, qualunque siano le loro convinzioni personali, quello della ricerca della verità.

Dunque la Gnocchi Teresa entrò nel Manicomio di Brescia il 7-V-1911 col quadro caratteristico della pellagra in atto, accompagnato da qualche accesso febbrile (38°), e caratterizzato da fenomeni psichici d'intossicazione grave; morì in preda a profondo marasma il 13-VI-1911.

Il 17-V-1911 ricevo siero di sangue di questa ammalata preso asetticamente dalla piegatura del braccio, ed il 30-V-1911 liquido cefalo-rachidiano estratto colla puntura alla Quincke; l'uno e l'altro prima che l'inferma in parola presentasse piaghe da decubito.

In una breve visita fatta all'Istituto dal Prof. Seppilli, avendo sentito che i tentativi di ricerca del sangue eseguiti nel Manicomio di Brescia erano fino a quel giorno riesciti negativi, forse per mancanza della tecnica e della pratica necessaria al caso speciale, detti in proposito precise istruzioni verbali, ed intanto volli vedere se dal sedimento del siero speditomi gentilmente per prove di precipitazione fosse possibile ricavare il germe specifico.

Il 26-V-1911 separai la parte limpida del siero ed aggiunsi allo scarso sedimento 2 cc. di brodo ordinario e 3 cc. di sangue defibrinato di coniglio, dimostrato precedentemente sterile.

Il 28 si notò nella coltura *un abbondante sviluppo del germe specifico con caratteri biologici, microscopici e colturali identici a quelli dello Stipite* Mazzini; si avevano, cioè, coppie lanceolate e corte catene con elementi piccolissimi disposti a tenia, che si coloravano debolmente colla fucsina e che non resistevano al Gram.

In agar la coltura aveva l'aspetto di minutissime gocciolette di rugiada, appena appariscenti a luce diretta, accoste le une alle altre senza mai fondersi fra loro, in modo da dare alla superficie dell'agar l'aspetto di un vetro spulito. Colture e preparati, insieme a preparati di confronto provenienti da altri stipiti, furono spediti al Prof. Seppilli, il quale in data 7-VI-1911 mi faceva sapere « che erano stati fatti trapianti in agar ed in sangue defibrinato della coltura ricevuta e trovato al microscopio il microrganismo da me descritto ».

L'innesto in sangue del liquido cefalo-rachidiano dette sviluppo ad un germe identico per forma, grandezza, disposizione e per i caratteri della coltura, a quello ricavato dal sangue preso dalla piegatura del braccio della stessa ammalata.

Questo caso è interessante per due ragioni:

1° perchè anche da questo ammalato di tifo pellagroso si è potuto ricavare dal materiale ricercato (siero di sangue, liquido cefalo-rachidiano), prima della comparsa delle piaghe da decubito, un germe allo stato di purezza, identico per caratteri morfologici, biologici e colturali a quello da me isolato da altri casi di tifo pellagroso e da forme di pellagra comune, e considerato come l'agente specifico della malattia;

2° perchè le colture ottenute da questo caso, prima che avessero subìte modificazioni per il successivo passaggio nei mezzi artificiali di nutrizione, offrirono occasione

favorevole per determinare negli animali forme sperimentali classiche, identiche a quelle precedentemente descritte.

Nè in questo caso deve impressionare la grave enterocolite riscontrata alla sezione, insieme alle lesioni odinarie della pellagra che si sogliono rinvenire nel duodeno, nel fegato etc., per ritenerlo una forma impura o complicata di tifo pellagroso, perchè, qualunque apprezzamento voglia farsi sulle lesioni in questione, il giudizio diagnostico di pellagra in questo caso è messo fuori di discussione, e dalla presenza del germe specifico ritrovato allo stato puro, tanto nel sangue quanto nel liquido cefalo-rachidiano, e dai risultati della siero-diagnosi, per la quale si dimostrò la presenza nel siero del sangue di una siero-precipitina specifica, in quantità molto superiore a quella di tutti gli altri casi finora esaminati.

Riguardo agli esperimenti praticati sugli animali con la coltura ricavata da questo caso, e particolarmente con quella ottenuta dal sangue, io ho potuto osservare i seguenti fatti.

Il 29-V-1911 pratico ad una cavia robusta di 450 gr. una iniezione peritoneale di una intiera coltura in agar di 24^{h} proveniente da una 1^{a} gen. in sangue di coniglio avuta direttamente dalla coltura originale del sedimento di siero di cui sopra.

Il 19-VI-1911 cominciano i primi fenomeni di malattia consistenti nella solita retrazione spastica dagli art. post., per la quale l'animale è obbligato a camminare a salti, in modo caratteristico. Dopo breve corsa, quando si ferma, grida e retrae uno degli art. anteriori, come fosse preso anche questo da spasmo doloroso.

Tali fenomeni, peraltro, si risolvettero in breve tempo, ed anche il peso del corpo, che prima era un pò diminuito, tornò a crescere.

Il 25-VII-1911 apparve di nuovo lo spasmo del treno post., che il 2 del mese successivo raggiunse il grado massimo, mentre andò sempre più accentuandosi la debolezza degli arti ricordati, i quali per il più piccolo ostacolo rimanevano distesi ed incrociati e l'animale era costretto a fermarsi.

Il 21-VIII-1911 *la paralisi del treno post. si fece completa e permanente*, e l'animale quando camminava era costretto a trascinare gli arti post. distesi, come si vede nella fig. 5; pure nello stato di riposo rimaneva in posizione anormale, cioè col posteriore sempre disteso ma col corpo poggiato sopra un lato.

22-VIII-1911. — Ad un attento esame si rileva che la cavia riesce ancora a muovere gli arti post., coi quali cerca di aiutarsi poggiando col dorso dello zampino sul terreno; ma presto si stanca ed allora i detti arti rimangono indietro in completa estensione, come si osserva appunto nella fotografia, e l'animale si ferma, oppure cerca con grandi sforzi del treno ant. di trascinare quello post. e si muove lentamente.

Da questo giorno comincia anche la diarrea che seguita nei successivi

Muore il 24-IX-1911, ossia dopo 118 giorni dalla praticata infezione.

Autopsia. — Emorragie cutanee, sottocutanee e muscolari ad ambedue gli art. post., specie alle coscie. Fegato a carta geografica con zone giallastre su fondo scuro. Milza piccola, pallida. Rene pallido, giallognolo. Pareti del tenue assottigliate con ampolle piene di muco e di gas.

Solo dal fegato si ricava una coltura del germe specifico.

Due centimetri cubi di questa iniettati in cavità peritoneale di altra cavia l'uccidono in 77 giorni col solito quadro morboso, in cui predomina lo spasmo del treno post. e la diarrea.

Questo caso ha per noi particolare interesse; non solo perché serve a conferma delle nostre idee, ma anche perchè dimostra come le colture ricavate da questo nuovo ammalato siano ugualmente patogene per la cavia, che peraltro uccidono in modo piuttosto lento, forse in relazione con la relativa mitezza della malattia dalla quale derivano; e perchè prova *come si possa ottenere in questo animale, con materiale preso direttamente dall'uomo, una forma paralitica perfettamente identica a quella determinata con colture avute del granturco ed attenuate a mezzo del calore.*

Ed ora, dopo accennato ai disturbi che possono aversi nella cavia per effetto della stessa vaccinazione, vediamo quali furono i risultati ottenuti negli animali che sopravvissero, in ordine alla conseguita immunità.

Dei tre animali del 1° lotto non sopravvisse che la cavia *A*, la quale, in seguito alle 3 iniezioni vaccinanti praticate nello spazio di 8 mesi circa, non ebbe mai a soffrire alcun disturbo ed il peso del suo corpo crebbe progressivamente fino a salire da 350 a gr. 800.

Questo animale più tardi resistè a due iniezioni sottocutanee fatte rispettivamente nei giorni 24-III-1911 e 12-V-1911, con una coltura in agar dello *Stipite* Mazzini; la prima con cultura accidentalmente attenuata che determinò nel controllo fenomeni gravi ma non mortali, la seconda assai più forte che uccise una cavia normale nel termine consueto.

Invece lo stesso animale non sopportò una iniezione endoperitoneale del medesimo stipite e morì in 39 giorni, con anticipazione di 15 giorni sulla morte del controllo egualmente trattato. Ciò nonostante che la temperatura si mantenesse normale nell'animale vaccinato, mentre nel controllo arrivò a 40° nella sera della iniezione e si mantenne febbrile nei due giorni successivi.

Quello che è importante notare è che questo animale ebbe, prima della morte, un quadro molto spurio della malattia, nel quale mancavano intieramente i fenomeni nervosi, e solo si osservava un pò di diarrea ed una forte denutrizione; un vero stato marantico, che fece discendere rapidamente il peso da 800 a 600 gr. e che si accompagnò ad uno aspetto brutto, ad un vero stato di flaccidezza dell'animale.

Anche il reperto anatomico si allontanava da quello consueto, alla sezione trovandosi solamente emorragie vescicali e catarro intestinale senz'altro di notevole.

Il risultato dell'indagine batteriologica fu negativo tanto per il sangue quanto per gli organi.

Adunque in questo caso la vaccinazione fatta in modo lento e metodico con colture dello Stip. Gr. IV, che per loro stesse non produssero alcun disturbo, mentre riusciva a far sopportare all'animale senza alcun danno colture virulente dello *Stipite* Mazzini, quando queste erano iniettate sotto la pelle e non uccidevano i controlli o davano loro una malattia mortale ma ad andamento molto lento, invece non fu più sufficiente a salvare

l'animale, che anzi morì prima del controllo, quando l'iniezione della stessa coltura fu praticata in cavità peritoneale.

E ciò nonostante mancassero nel soggetto vaccinato gli effetti prossimi della iniezione di prova, come l'innalzamento della temperatura che, al seguito della stessa iniezione, ebbe a verificarsi nei controlli.

Il risultato batteriologico negativo avuto in questo caso dal sangue e dagli organi forse trova la sua ragione nell'alto potere battericida aquistato dal siero di sangue e degli umori in seguito alla praticata vaccinazione; come la morte dell'animale ed il quadro generico che l'ha preceduta devono dipendere probabilmente da veleni comuni liberatisi per batteriolisi o da veleni specifici trasformati, più che dalla presenza di germi e dalla rispettiva tossina contro i quali la cavia sembra riuscisse validamente a difendersi.

Migliori certamente furono i risultati ottenuti nella vaccinazione del 2° lotto di animali, in cui fu usato lo stesso stipite, ma tenuto ½ ora a 100°.

Le due cavie *A' B'* che resistettero alla vaccinazione, trattate in modo identico a quella dello esperimento sopra riportato, non reagirono affatto con la febbre alla iniezione della coltura virulenta *e sopravvissero a tutte le prove indicate, cioè, tanto a due iniezioni sottocutanee, quanto alla iniezione peritoneale di colture appartenenti allo Stipite* Mazzini, *senza mai presentare fenomeni morbosi*

Questi risultati dimostrano adunque:

Che nella vaccinazione contro la pellagra sono da sconsigliarsi le colture accidentalmente attenuate, perchè dànno una debole immunità, insufficiente a salvare l'animale dalla morte, anche quando la prova della avvenuta immunità è fatta nelle condizioni più favorevoli; e perchè nella loro applicazione non possono esser facilmente e razionalmente regolate.

Che a tale fine meglio valgono le colture attenuate per l'azione dell'alta temperatura.

Che di queste, quelle state mezz'ora a 100°, sono da preferirsi a quelle tenute un'ora a 90°, perchè meno pericolose e perchè conferiscono un più alto grado d'immunità.

Che nel primo caso l'animale acquista la massima resistenza e diviene insensibile a qualunque prova, compresa quella della iniezione endoperitoneale di colture virulente che uccidono il controllo in 54 giorni.

Che nel secondo caso l'animale sopravvive solamente se l'iniezione della coltura virulenta è fatta sotto la pelle, mentre muore con qualche giorno di anticipazione sul controllo se la stessa coltura è iniettata nel peritoneo.

Che non solo nei gradi maggiori, ma anche nei gradi medi d'immunità, manca la reazione febbrile che segue immediatamente alla iniezione virulenta.

Che negli animali semi-immunizzati il risultato batteriologico è negativo e la loro morte, come il quadro spurio della malattia che la precede, più che da germi specifici e dalla rispettiva tossina, dai quali il soggetto vaccinato riesce già a difendersi, dipendono dai corrispondenti prodotti di distruzione e di trasformazione e da veleni comuni.

Che vi è assoluta reciprocità fra le colture ottenute dal granturco (Gr. IV) e quelle ricavate direttamente dall'uomo (Mazzini), in modo da potersi ottenere con le prime

una immunità completa e assoluta contro le seconde; ciò che offre la prova specifica della loro identità.

Questi pochi fatti sono lungi certamente dal risolvere una questione così importante; essi servono solo a stabilirne le basi ed a dimostrare la possibilità della sua favorevole risoluzione.

Spetta ad ulteriori ricerche di rendere il vaccino del tutto innocuo e di azione più pronta e sicura; ciò che appunto cerchiamo oggi di ottenere.

G. Tizzoni — Primi esperimenti di vaccinazione negli animali contro il germe specifico della pellagra.

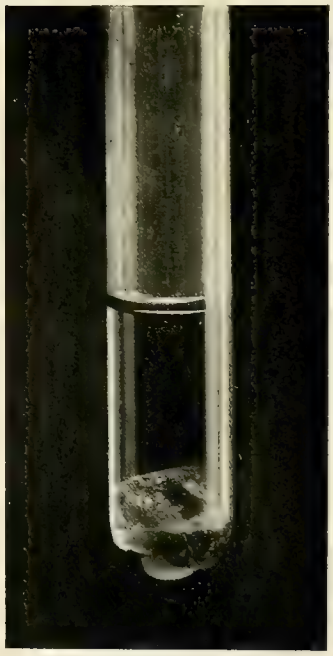
1

2

3.

4.

5.



6.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

Fig. 1. — Paralisi spastica del treno posteriore con estensione degli arti corrispondenti, determinata in seguito alla iniezione di una coltura ottenuta dal granturco (Stip. Gr. IV) sottoposta mezz'ora alla temperatura di 90° per trasformarla in vaccino La fotografia fatta il 4-X-1910 è presa durante lo spasmo che si provoca quando l'animale si posa in terra.

Fig. 2. — Fotografia ottenuta dallo stesso animale quando questo, appena cessato lo spasmo, riesce malamente a muoversi. Dimostra l'andatura caratteristica che si osserva in questa forma morbosa sperimentale per effetto della contrattura degli arti posteriori.

Fig. 3. — Lo stesso animale fotografato 3 mesi più tardi (29-I-1911), quando si aveva il predominio della paralisi flaccida.

Fig. 4. — Lesioni trofiche nelle zampe posteriori dello stesso animale, più gravi nell'arto destro.

Fig. 5. — Paralisi del treno posteriore ottenuta egualmente in una cavia con l'iniezione di una coltura ricavata dal sangue preso dal vivo da una ammalata di tifo pellagroso ricoverata nel Manicomio di Brescia (Gnocchi Teresa). Risulta chiara l'identità della forma sperimentale ottenuta con coltura isolata direttamente dell'uomo, con quella determinata con coltura ricavata dal granturco.

Fig. 6. — Aspetto delle colture ottenute dal sangue di animali in cui la malattia ebbe un lungo decorso. Agglutinazione delle colture in via di sviluppo entro ed alla superficie del coagulo sanguigno, senza diffusione al brodo soprastante Dimostra già il forte potere agglutinante acquistato dal siero di sangue di questi animali in causa dello andamento molto lento della malattia.

SOPRA UN' ARITMOMETRO MOLTIPLICATORE-DIVISORE

NOTA

DEL

Prof. FEDERIGO GUARDUCCI

(Letta nella Sessione del 10 Dicembre 1911)

(CON FIGURA)

Questo piccolo apparecchio è basato sopra un principio aritmetico posto in luce da Néper nel 1617 ed ha per iscopo di facilitare le moltiplicazioni e le divisioni dal duplice punto di vista della brevità e, più che altro, di una minore fatica mentale. La sua semplicità e l'utilità che, credo, possa rendere in particolare agli ingegneri ed agli agronomi nel calcolo delle superficie e dei volumi ed, in generale, a tutti coloro che sono chiamati ad eseguire un gran numero di moltiplicazioni e di divisioni, mi ha indotto a costruirlo cercando di ridurlo portatile di minime dimensioni e di manovra facile.

Consiste in una scatoletta di legno (v. annessa figura) contenente 30 regoletti di legno a sezione quadrata (nella figura ne compariscono solo una parte per evitare soverchio ingombro di linee) divisi in 3 serie di 10 ciascuna. Ogni faccia del regoletto è intestata in alto con una cifra della serie 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, al di sotto della quale sono scritti, (progressivamente scendendo) in tante caselle uguali divise in due triangoli da una diagonale tracciata dall'alto di sinistra verso il basso di destra, i prodotti della cifra di intestazione per 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, in modo che la cifra delle diecine si trova nel triangolo di sinistra, quelle delle unità in quello di destra; quando mancano le diecine vi figura uno zero.

Esternamente, sopra una delle faccie maggiori della scatoletta, vi è una inquadratura le cui cornici laterali sono divise in nove parti della stessa altezza delle caselle dei regoletti e numerate progressivamente scendendo colle cifre 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

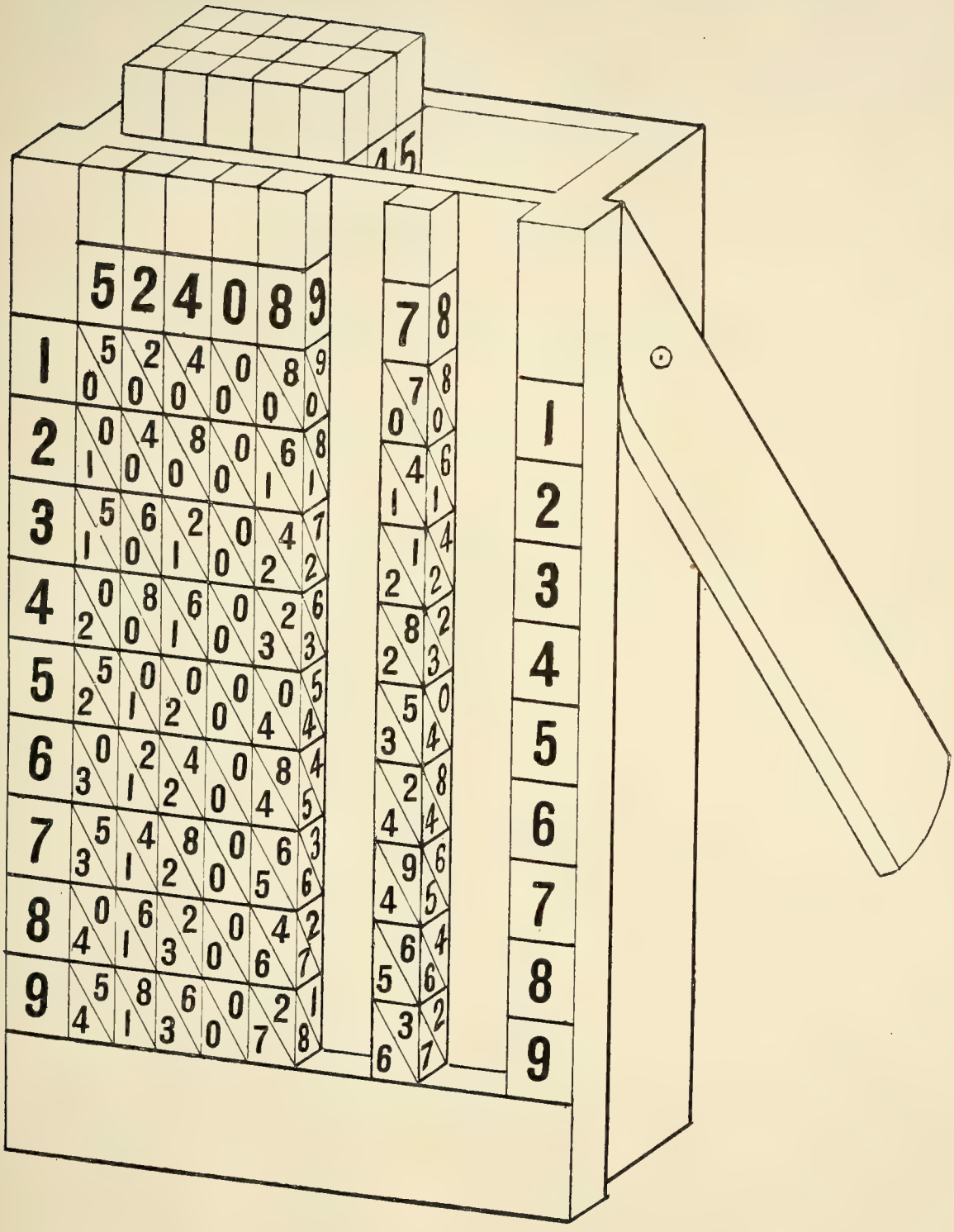
Se poniamo l'uno accanto all'altro un certo numero di regoletti scelti in modo da formare colle cifre della loro intestazione uno dei fattori del prodotto da eseguire (il qual fattore può contenere fino a 10 cifre) e li spingiamo in massa contro una delle cornici dell'inquadratura, si vede facilmente che se cerchiamo sulla cornice la prima cifra del moltiplicatore ed in corrispondenza di questa facciamo la somma (*secondo le oblique*) delle due linee orizzontali di cifre, otteniamo il prodotto del fattore scritto in alto per la cifra della cornice o, in altri termini, abbiamo il primo prodotto parziale.

Ripetendo l'operazione per le altre cifre del moltiplicatore (che possono essere in numero illimitato) e scrivendo l'uno sotto l'altro al debito posto i prodotti parziali che così si ottengono, e sommando, avremo il prodotto cercato.

Con tal metodo, ai prodotti mentali, relativamente faticosi, e che implicano riporti che possono giungere a 8, si sostituisce l'operazione notevolmente più semplice della somma con riporti che non possono superare l'unità, il che produce economia di tempo e, sopratutto, minore fatica mentale con conseguente minore probabilità di errori.

Lo stesso apparecchio può servire utilmente anche per l'esecuzione delle divisioni; ed a tale scopo, si dispongono nella inquadratura dei regoli in modo da formare colla loro intestazione il divisore; quindi scorrendo coll'occhio le diverse doppie linee orizzontali del quadro e facendo a vista la somma delle prime cifre di sinistra, si cerca quella somma che più si avvicina *per difetto* al numero formato dalle prime cifre del dividendo. La cifra corrispondente nella cornice è la prima cifra del quoziente ed il prodotto parziale di questa pel divisore, si ha subito facendo completamente la somma relativa alla doppia linea stessa; si scrive questo prodotto sotto il dividendo si fa la differenza e si abbassa la cifra successiva proseguendo quindi nello stesso modo per le altre cifre del quoziente.

Allo scopo di rendere più spedita la scelta dei regoletti per comporre i numeri, ogni regoletto di ciascuna serie è stato contraddistinto in testa con un colore: così data una cifra si sa subito in qual colore di regoletto bisogna cercarla: nel primo colore (bianco) si trovano le cifre 0, 1, 2, 3; nel secondo (rosso), 0, 4, 5, 6, le rimanenti nel terzo colore (verde).


5 2 4 0 8 9
7 8
1
2
3
4
5
6
7
8
9

I RAPPORTI FITOGEOGRAFICI FRA L'ISOLA DI CRETA E LA CIRENAICA

MEMORIA

DEL

Prof. ANTONIO BALDACCI

Letta nella Sessione del 14 Gennaio 1912

(CON UNA CARTA GEOGRAFICA)

La conoscenza incompleta sotto l'aspetto scientifico che si è avuta fino ad oggi della Tripolitania e della Cirenaica ha fatto trascurare gli studi di relazione fra quei paesi e l'Eurasia. Benchè la Libia sia stata di accesso difficile in causa specialmente del fanatismo degli abitanti e dell'assenza quasi assoluta di vie di comunicazione (se si eccettuano le grandi carovaniere del deserto e la piccola rete di mulattiere sull'orlo mediterraneo), non si può negare che arditi viaggiatori non abbiano percorso in numero notevole quelle provincie ormai nostre; ma i loro sforzi per la scienza non hanno ancora potuto portare ai lavori di sintesi, come sarebbe stato necessario. Gli studi di relazione non sono possibili se non con l'analisi più sicura. Nel campo botanico possediamo tuttavia da circa un'anno un'opera molto importante che il Durand e il Barratte (1) ci hanno dato in seguito ai risultati ottenuti dal Taubert nel suo lungo viaggio compiuto nel 1887 nel Nord della Tripolitania, della Cirenaica e della Marmarica sotto gli auspici di Barbey e di Ascherson, i quali, da principio, avevano stabilito di collaborare, per la flora della Libia, all'opera monumentale (rimasta soltanto allo stato di desiderio per la morte del suo ideatore) che il Cosson intendeva di pubblicare intorno alla flora dei paesi compresi fra la Tunisia e l'Egitto.

Con quest'opera molto metodica e molto chiara, ricca di numerose notizie geografiche, geologiche, fitogeografiche e floristiche, noi abbiamo il mezzo di stabilire che la flora della Cirenaica è collegata più direttamente con la flora cretico-greca e con altre mediterranee che con quella della Tripolitania propria e dell'Egitto.

In una comunicazione precedente, io ho cercato di fissare le relazioni fitogeografiche

(1) E. Durand et G. Barratte: Florae libycae prodromus ou Catalogue raisonné des plantes de Tripolitaine. Genève, Imprimerie Romet, 1910.

che esistono fra Creta e Karpathos (1) e quindi quelle fra il Peloponneso e la Tracia da una parte e la Caria e la Licia dall' altra, ossia le regioni continentali che stabiliscono il dominio dell'Arcipelago nel quale l' isola di Creta dimostra, in rapporto alla distribuzione della vita attraverso il tempo e lo spazio, un' importanza assoluta. Io ho sempre ritenuto che Creta non potesse andare disgiunta dalla Cirenaica ed ora l' opera di Durand e Baratte assicura senza dubbio su questo argomento. Le mie considerazioni precedenti si basavano principalmente sulla presenza del cipresso allo stato selvatico nel Pelopponeso, in Creta, a Gaudhos e in Cirenaica.

Vittorio Simonelli racconta nel suo simpatico volume su Creta (2) di non aver visto a Gaudhos altri alberi fuor che lentischi, cipressi nani, pini d'Aleppo rachitici e ginepri a frutti commestibili (*Juniperus macrocarpa*) che gli indigeni chiamano *ketros*. Di questi pochi rappresentanti della flora arborescente citati dal Simonelli, il Raulin (3) non ricorda che l' ultima specie e scrive « Il n' y a d' autres arbres que quelques caroubiers et figuiers 'rabougris ; mais certainement il pourrait en venir de plus beaux dans les parties abritées des vallons Dans les sables voisins de la mer, il y a une grande quantité de genévriers d' une espèce particulière, dont on mange les fruits qui n' ont pas une saveur désagréable » (4). Questo ginepro è sicuramente quello visto dal Simonelli (5).

A parte le altre specie, la cui importanza può apparire scarsa o nulla, il cipresso segnalato a Gaudhos dai suddetti valorosi geologi è elemento atto a sostenere i rapporti fitogeografici antichi e recenti che passano tra l' isola di Creta e la Cirenaica, la quale rappresenta dalla parte libica il pilone del gran ponte eurafricano che scendeva dal Peloponneso In questo genere di rapporti bisogna considerare in modo speciale le piante antiche. Il fitogeografo trae aiuto grande dal filogenista, ciò che il Delpino ammise senza restrizioni, con lucidissima visione. « Il filogenista procede a una profonda ponderazione e comparazione dei caratteri morfologici e biologici e all' uopo vi associa anche considerazioni di fatti fitogeografici e paleontologici. Evidentemente quesiti di questa natura, e questo è processo di vera indagine storica, sono gli uni e l' altro totalmente estranei al morfologo puro e semplice « (6). Per il Delpino, le gimnosperme rappresentano il secondo gradino del terzo gruppo della formola triseriale (polifiletica) in cui razionalmente si deve dividere l' intiero regno vegetale, ed è per questo che al cipresso spetta un posto d' onore nel presente studio.

Il cipresso (*Cupressus sempervirens* L. forma ramis horizontalibus = *C. horizontalis*

---

(1) A. Baldacci: Le relazioni fitogeografiche fra Creta e Karpathos, in Memorie della R. Accademia delle Scienze di Bologna, Serie VI, T. III, 1906.

(2) V. Simonelli: Candia. Ricordi di escursione, illustrati con fotografie e disegni dell'Autore, pag. 132. Parma, 1897.

(3) V. Raulin: Description physique de l' île de Crète. 2 Voll. Bordeaux-Paris, 1869.

(4) Idem: Op. cit. Vol. I, pag. 191.

(5) Idem: Op. cit. Vol. II, pag. 859.

(6) F. Delpino: Applicazione di nuovi criteri per la classificazione delle piante; prima Memoria, pag. 7. Bologna, 1888.

Mill.) è una specie diffusa in Persia, Asia Minore, Siria e Grecia nel continente eurasiatico, in Cirenaica nell'Africa e nelle isole di Creta, Gaudhos, Rodi e Cipro. Naturalmente, dentro quest' area geografica, la suddetta specie doveva coprire nelle epoche geologiche passate grandi estensioni nella regione iranica e del mediterraneo orientale, in Asia, Africa ed Europa. Il cipresso è proprio dei terreni cretacei di quella vasta regione. Come è facile spiegare la distribuzione di questa gimnosperma nell' Asia occidentale, nella Grecia e nell' isola di Creta, Rodi e Cipro, altrettanto è facile la spiegazione della presenza di essa nella Cirenaica. Questo fatto risulta chiaro col mezzo del quadruplice anello Morea, Creta, Gaudhos, Cirenaica.

Nella Grecia, il cipresso abita nella regione montana del Peloponneso (1). In Creta, esso è proprio della regione forestale montuosa dai 700 ai 1500 metri sopra il livello del mare nella catena occidentale degli Aspravouna, donde scende anche ad occupare la zona mediterranea (2). Nell' isoletta di Gaudhos, il cipresso non può essere che mediterraneo. In Cirenaica, esso è stato segnalato finora nel Gebel Akhdar a 700 e più metri di altezza e poi in molti altri luoghi montani o mediterranei come a Cirene, fra El Ariba e Margad, fra Zardes e Maraona, a El Amri, nell' Ouadi Keraïb dove si presenta sotto forma di alberi di 20 metri, poi a Selonta, quindi fra l' Ouadi Zeïtoun e Mergi, fra Derna e Bomba (3), ossia in tutta la regione. Si tratta dunque di un albero, il quale, nel terreno calcareo, non ha differenza di predilezione fra la zona subalpina nuda, ossia quella che va dai 1500 ai 2500 metri sopra il livello del mare (4) e le zone inferiori, compresa la spiaggia del mare. Non si può peraltro negare che il cipresso, tanto in Cirenaica, quanto nel Peloponneso e in Creta, come nel rimanente del suo *habitat* geografico, non sia essenza specifica della zona montuosa forestale. Questa è anche una prova a favore della dimostrazione dei rapporti fitogeografici greco-libici in cui Creta sta nella guisa di formidabile anello di unione, come è già stato dimostrato che quell' isola è altrettanto o maggiormente degna di considerazione nei rapporti fra la Grecia e l' Asia Minore per la via di Karpathos e Rodi.

Le flore del Peloponneso e della Cirenaica sono povere di specie. Per conseguenza, anche la flora insulare di Creta che sorge nel mezzo di quelle due, è relativamente depauperata di specie per le cause ben note che influiscono in senso negativo sulla vegetazione delle isole, quanto per l' aridità del suolo che è scarso di acqua, calcareo in gran parte e assai denudato negli alti gioghi. La flora del Peloponneso non arriva forse a 2000 specie, quella di Creta non supera le 1600 specie; finora la flora della Cirenaica è composta, secondo Durand e Barratte, di 755 specie e varietà, alle quali vanno aggiunte 47 specie endemiche. Questo totale molto modesto salirà indubbiamente con le nuove esplorazioni, ma è da prevedersi che esso sorpasserà con difficoltà il numero delle specie della

(1) Eug. v. Halácsy: Conspectus florae graecae, Vol. III, pag. 454. Lipsia 1904.

(2) V. Raulin: Op. cit. II, pag. 859.

(3) E. Durand et G. Barratte: Op. cit., pag. 279.

(4) A. Baldacci: Risultati botanici del viaggio compiuto in Creta nel 1893, pag. 97, Genova 1895. I monti di Sphakià sopra il limite dei dumeti montani, abbondano di cipresso fino a 1600 m.

flora cretica, anche pel fatto che alla Cirenaica mancano le zone alte, le quali portano notevolissimi contributi non solo per qualità, ma anche per quantità alla flora cretica. « Cretae insulae montes in quatuor partes divisi sunt, quarum prima occidentem versus sita « Sphatioticis » sive « albis » montibus continetur, in quibus « Apopigari » (1388 m.), « Volakià » (2100 m.), Mauri » (2104), « Haghion Pneuma » (2300), Haghios Theodoros (2375) montes; altera pars in media insula sita « Psiloriti » montibus, in quibus « Ida » (2498 m.) mons, a quo meridiem versus « Kedros » (1802 m.) mons Platypotami valle disiungitur; tertia pars « Lassiti » montibus, in quibus « Aphendi Sarakinos » (1592 m.), « Aphendi Kristos » (2155 m.), « Tsilero » (1583) montes; denique in parte maxima orientem versus spectante « Aphendi Kavutsi (1472 m.) mons » (1). In Cretae nonnullis regionibus huius formationis loco formatio Cupressi esse videtur » (2).

La Cirenaica ha la forma di una cupola allungata, leggermente orientata da S.-O. a N.-E. che si abbassa gradatamente dalla costa della grande Sirti, dove raggiunge la sua più grande altezza, fino alla regione di Derna. « Le versant Nord de ce dôme est disposé en une succession de terrasses d' inégale largeur, parallèles à la côte et séparées les unes des autres par une série de mamelons laissant entre eux de profondes dépressions; la crête est decoupée en croupes arrondies dont quelques-unes atteignent jusqu' à 1000 mètres d' altitude. La terrasse inférieure ne descend pas en pente douce jusqu' à la mer, elle se termine en falaise à quelques kilomètres seulement de la côte où elle envoie de nombreux contreforts qui finissent en abrupts; de distance en distance de profonds et étroits ravins permettent l' accès des terrasses supérieures » (3). Il fatto della terminazione a ripa nel versante settentrionale corrispondente alla profondità di quella costa e della caldaia libica nella quale sorge l' isola di Creta, è la dimostrazione dei rapporti geologici esistenti fra la cupola cirenaica e quest' ultima isola.

I signori Durand e Barratte hanno studiato con la massima attenzione le diverse specie e varietà della Cirenaica nella loro distribuzione geografica intorno al litorale dell' intero bacino mediterraneo, spingendo le loro osservazioni fino in Mesopotamia e in Persia Dai calcoli fatti dai due eminenti botanici si deduce che della flora della Cirenaica attualmente conosciuta, 598 specie si trovano anche in Tunisia, 595 in Algeria, 529 in Grecia, Creta e nelle isole dell' Arcipelago, 524 nell' Italia continentale, in Sicilia e Sardegna, 518 nella Spagna e nell' arcipelago delle Baleari, 506 in Siria e nell' isola di Cipro, 474 nel Marocco, 459 in Egitto, 439 in Francia e in Corsica, 419 in Asia Minore, 395 in Palestina, 378 in Tripolitania, 249 in Persia, 179 in Arabia e 170 in Mesopotamia. Queste cifre sono assai dimostrative e rivelano che la flora della Cirenaica, astraendo dai rapporti diretti che essa ha con quella della Tunisia e dell'Algeria (l' affinità della flora della Cirenaica con quella punico-numidica viene spiegata dall' analogia del suolo e del clima in concomitanza con gli altri fattori geofisici che cooperano all' unione delle flore risultanti

(1) E. von Halácsy: Op. cit. I, pag. XIII, Lipsia, 1904.
(2) Idem: Op. cit. pag. XXIII.
(3) E. Durand et G. Barratte: Op. cit. pag. XVI.

nelle diverse direzioni nord-orientali), i paesi di maggiore affinità sono senza discussione Creta e la Grecia, dopo i quali viene l' Italia.

Il Durand e il Barratte dimostrano che non sono i paesi più vicini alla Cirenaica quelli che ne condividono sostanzialmente la vegetazione (l' Egitto, il suo vicino dell' Est, occupa l' 8° posto nella scala dei rapporti, e la Tripolitania propria sta all' ultimo posto), ma l' Europa meridionale. E quindi, a questo proposito, si deduce che la flora cirenaica è stata nelle epoche geologiche passate refrattaria a qualsiasi contatto importante con la flora sahariana, almeno in quella sua grande cupola montuosa che, pur dominando il deserto, continua a mantenere i più sicuri caratteri mediterranei « Le dôme de la Cirénaïque qui rappelle tout à fait ceux de la Tunisie centrale et qui possède les plantes spéciales des Hauts-Plateaux algériens doit être considéré comme la partie la plus orientale d' une vaste région interposée dans le Nord de l' Afrique entre le littoral et le désert. Cette région qui fait defaut dans la Tripolitaine a dû disparaître, ainsi qu' en témoigne l' échancrure de la grande Syrte, en même temps que le large pont continental qui mettait en comunication le Nord de l'Afrique (Tunisie, Tripolitaine et Cyrénaïque) avec l' Europe (Italie et Grèce) et l' Asie Mineure » (1). Il cipresso di Gaudhos si può invocare anche una volta con sicuro profitto. Questo pinnacolo cretico-libico, che arriva appena a 384 metri sopra il livello del mare, attende ancora il suo botanico esploratore ed illustratore, sebbene i naturalisti che l' hanno visitato, segnalino la sua fisionomia botanica uguale a quella della corrispondente zona mediterranea della sua isola madre, Creta. In vece della flora di Gaudhos noi possiamo valerci, senza dubbio con identici risultati, della florula di Gaidhuronissi o Gaidharonissi, un altro isolotto satellite di Creta nella sua costa meridionale. Gaudhos sorge a ponente, mentre Gaidhuronissi sta a levante dell' isola; quella più al largo, questa più a costa. Gaidhuronissi è nota ai botanici per l' escursione che vi fece l' Heldreich nel 1846, il quale vi raccolse 41 specie. Di queste sono proprie anche alla Cirenaica le seguenti: *Glaucium flavum* Crantz (*G. luteum* Scop.), *Cistus parviflorus* Lam. *Silene sedoides* Poir, *S. succulenta* Forsk., *Arenaria serpyllifolia* L., *Paronychia argentea* Lamk., *Frankenia pulverulenta* L., *F. laevis* L. (*F. hirsuta* L. var.), *Erodium cicutarium* L' Herit., *Pistacia Lentiscus* L., *Vaillantia hispida* L., *Pallenis spinosa* Cass., *Cichorium spinosum* L., *Echium arenarium* Guss., *Thymus capitatus* Hoffm. et Link., *Sideritis romana* L., *Prasium majus* L., *Teucrium Polium* L., *Statice echioides* L., *Limoniastrum monopetalum* Boiss., *Plantago albicans* L., *Rumex bucephalophorus* L., *Muscari maritimum* Desf, *Juncus acutus* L., *Lagurus ovatus* L., *Koeleria phleoides* Lamk., *Bromus rubens* L., *Pinus halepensis* Mill. Questa proporzione del 60 % circa ha notevole interesse nella dimostrazione dei rapporti floristici tra Creta e la Cirenaica e sebbene parecchie delle specie suddette abbiano una larga distribuzione in tutto il bacino mediterraneo, un certo numero è tipico della zona orientale del mediterraneo eurasiatico-africano. Gaidhuronissi, d' altra parte, non può avere per la sua altezza sopra il livello del mare che la vegetazione mediterranea. Ma quello scoglio, come Gaudhos, come l' isola di Creta e le altre che si stendono

(1) E. Durand et G. Barratte: Op. cit., pag. LXXXIX.

vicino ad essa a settentrione e a levante, conservano tutte l'impronta terziaria più sicura di essere state parte della regione sprofondatasi nel Mediterraneo orientale. È per quell'istmo lungamente esteso che probabilmente si univa nell'ultimo periodo di vita la regione libico-mediterranea ora sommersa: esso separava in pari tempo i due bacini del Mediterraneo, avviando dall'Europa verso la Cirenaica le piante proprie di Creta, della Grecia e dell'Asia Minore. È ugualmente col mezzo di questo istmo scomparso che molte specie della Russia meridionale e del Caucaso come di altre più localizzate dell'Italia e della Sicilia sono penetrate in Tunisia, dove la loro presenza è giustificata dall'area geografica continua nella quale si trovavano prima dello sprofondamento dell'istmo medesimo. Ciò porta per conseguenza a concludere, d'accordo anche con le affinità delle specie autoctone, che i rapporti botanici della Cirenaica si distribuiscono in un modo quasi uguale entro le due regioni di pari importanza che sono il Nord del bacino Orientale (Creta, Grecia, Asia Minore etc.) e il Sud del bacino occidentale (Tunisia, Algeria, Marocco).

Fra le specie maggiormente atte a dimostrare i rapporti floristici tra la Cirenaica e Creta e quindi tra la Cirenaica e l'Europa meridionale orientale, vanno ricordate: *Ephedra campylopoda* C. A. Meyer, *Juniperus phoenicea* L., *Ranunculus asiaticus* L., *Fumaria macrocarpa* Parl., *Cistus parviflorus* Lam., *Silene colorata* Poir. var. *distachya* Rohrb., *S. succulenta* Forsk., *S. sedoides* Poir., *Alsine tenuifolia* Crantz var. *confertiflora* Fenzl., *Triadenia aegyptiaca* Boiss., *Erodium gruinum* L'Herit., *Fagonia cretica* L., *Peganum Harmala* L., *Lupinus Termis* Forsk., *Ononis Sieberi* Boiss., *Trifolium formosum* Sieb., *T. uniflorum* L., *Lotus pusillus* Viv., *Scorpiurus muricata* L. var., *Ceratonia Siliqua* L., *Poterium spinosum* L., *Sedum creticum* Boiss. et Heldr., *Saxifraga hederacea* L., *Lagoecia cuminoides* L., *Scaligeria cretica* Vis., *Daucus guttatus* Sibth. et Sm., *Rubia Olivieri* Rich., *Fedia graciliflora* Fisch. et Mey., *Pterocephalus papposus* Hal., *Phagnalon graecum* Boiss., *Carlina involucrata* Poir., *Cynara Sibthorpiana* Boiss. et Heldr., *Cichorium spinosum* L., *Convolvulus oleifolius* Desr., *Anchusa aegyptiaca* DC., *Echium sericeum* Vahl. *E. elegans* Lehm., *Heliotropium villosum* Willd., *Orobanche versicolor* Schultz, *Satureja Thymbra* L., *Salvia triloba* L., *Nepeta Scordotis* L., *Sideritis purpurea* Talbot, *Ballota Pseudodictamnus* Benth., *Stachys Tournefortii* Poir., *Teucrium brevifolium* Schreb., *T. divaricatum* Sieb., *Statice graeca* Poir., *Emex spinosus* Camp., *Cynomorium coccineum L.*, *Euphorbia dendroides* L., *Andrachne telephioides* L., *Crozophora verbascifolia* A. Juss., *Orchis longicruris* Link., *Gagea fibrosa* A. et H. Schult., *Muscari maritimum* Desf., *Typha angustata* Bory et Chaub., *Arum italicum* Mill., *Aeluropus repens* Parl.

Questa lista di specie, scelta sopra un numero molto più rilevante, mostra innanzi tutto che la flora della Cirenaica è essenzialmente mediterranea, contrariamente a quella della Tripolitania, che è nettamente mediterraneo-subdesertica. La differenza si spiega pel fatto che gli altopiani, i quali dall'Algeria, alla Tunisia, alla Cirenaica costituiscono una barriera contro il deserto e le influenze climateriche equatoriali, sono venuti a mancare con lo sprofondamento delle Sirti, o, forse, non esistettero mai nel tratto rappresentato da questi due grandiosi golfi, sicchè le influenze del Sud hanno sempre trovato aperto in breccia il deserto dinanzi al Mediterraneo. Secondo quello che sappiamo da Durand e

Barratte, la flora speciale della Cirenaica risulta formata da un complesso di 287 specie provenienti da sei regioni principali in contatto con essa. Le specie che la flora Cirenaica possiede in proprio con le sei regioni, sono: I. 88 specie distribuite nel Nord dell'Africa fra l'Algeria o il Marocco e il Sud della Spagna fino all' Egitto e in Siria (10 di queste specie non si trovano che in Tripolitania e in Egitto); II. 72 specie distribuite in Tunisia, in Algeria, al Marocco, in Spagna, in Francia, in Italia ed eziandio in Grecia ed in Asia Minore; III. 37 specie distribuite dalla Cirenaica o dalla Tripolitania fino in Siria (13 di queste specie si trovano solamente in Egitto); IV. 34 specie, di cui una penetra in Tripolitania, diffuse in Grecia, in Asia Minore e in Siria (8 sono anche proprio all' Italia); V. 33 specie diffuse in Tripolitania, in Tunisia, in Algeria ed al Marocco; VI. 23 specie diffuse dalla Cirenaica o dalla Tripolitania verso l' Egitto e la Siria, fino in Grecia od in Italia. Comparando i risultati del Durand e Barratte con l' elenco delle specie cretiche del Raulin e colla flora greca dell' Halácsy è facile addivenire alla conclusione che i rapporti floristici fra la Cirenaica e l' Europa per la catena Gaudhos-Creta-Peloponneso sono diretti, mentre quelli coll' Europa mediterranea occidentale e coll' Africa settentrionale occidentale, pur importanti e forse uguali, se non superiori, in quanto a numero di specie, presentano tuttavia minori tratti di analogia nella fisionomia speciale o, altrimenti, nella caratteristica botanica che non nel primo caso. In sostanza, l' isola di Creta e la Cirenaica sono perfettamente unite anche da specie con particolari adattamenti biologici (*Cichorium spinosum* etc.) e le specie mancanti all' una o all' altra regione sono sostituite da specie affini, estremamente vicine.

ACHILLE DARDANO dis.

PROPRIETÀ ARTISTICO-LETTERARIA

CARTA DELLA TRIPOLITANIA E CIRENAICA

MARE ADRIATICO
MAR TIRRENO
MARE MEDITERRANEO
MAR IONIO
MAR EGEO
ITALIA
SICILIA
SARDEGNA
CORSICA
TURCHIA ASIATICA
GRECIA
CANDIA
ROMA
NAPOLI
PALERMO
SALONICCO
COSTANTINOPOLI
ATENE
SMIRNE
TUNISI
ALGERIA
TRIPOLITANIA
CIRENAICA
BENGASI
TRIPOLI
GHADAMES
Golfo di Sidra
Deserto Libico
DESERTO DI SAHARA
Hamada el Homra
Hamada Rossa
Hamada di Tinghert
Regione dei Tassili (Altopiani)
Piano di Tadrart (TUAREGHI)
Pianura di Admer
Pianura di Tazzerbo
Oasi di Cufra
Oasi di Siuah
Oasi di Gedid
Oasi di Gat
Oasi di Ghadames
Oasi di Ghat
Oasi di Murzuk
Oasi di Tegerri
Oasi di Harir ?
Oasi di Sebha
Oasi di Germa
Oasi di Ghirza
Oasi di Mizda
Oasi di Nalut
Oasi di Jefren
Oasi di Yefren
Oasi di Gharian
Oasi di Tarhuna
Oasi di Misurata
Oasi di Zliten
Oasi di Homs (Lebda)
Oasi di Zuara
Oasi di Zauia
Oasi di Sabratha
Oasi di Tripoli (OEA. Tarabolis)
Oasi di Gabes (SYRTIS MINOR)
Oasi di Gerba
Oasi di Sarsis
Oasi di Kairuan
Oasi di Susa
Oasi di Monastir
Oasi di Sfax
Oasi di Gafsa
Oasi di Tozer
Oasi di Biserta
Oasi di Costantina
Oasi di Suk-Ahras
Oasi di Batna
Oasi di Tebessa
Oasi di Philippeville
Oasi di Bona
Oasi di Bengasi (BERENICE, Ben Ghazi)
Oasi di Cirene
Oasi di Derna
Oasi di Tolmita
Oasi di Torra (TEUCHIRA ARSINOE CLEOPATRIDE)
Oasi di Bomba
Oasi di Tobruk
Oasi di Acroma
Oasi di Gialo
Oasi di Augila
Oasi di Socna
Oasi di Giofra
Oasi di Sella
Oasi di Sighen
Oasi di Kebabo
Oasi di Buseima
Oasi di Siwa
Oasi di Aujila
Oasi di Marada
Oasi di Gabbia
Oasi di Gherrabub
Oasi di Garabub
Oasi di Um-es-Seghir
Oasi di Siuah (di Giove Ammone)
Oasi di Aragi
Oasi di Bahrein
Oasi di Farafra
Oasi di Dachel
Oasi di Charga
Oasi di Chargeh
Oasi di Chargeh (Hibis)
Oasi di Chargeh (Thebae)
Oasi di Chargeh (Apollinopolis Magna)
Oasi di Chargeh (Oasis Major)
Oasi di Chargeh (Oasis Minor)
Oasi di Chargeh (Oasis Parva)
Oasi di Chargeh (Oasis Magna

Sulla rappresentazione equivalente di una superficie su di un' altra per parallelismo delle normali

MEMORIA

DEL

Prof. AMILCARE RAZZABONI

letta nella Sessione del 12 Novembre 1911

In una Memoria pubblicata nel volume XXVII del Giornale di Napoli avente per titolo : *Sulla rappresentazione di una superficie su di un'altra al modo di Gauss* diedi le formole generali che legano le coordinate dei punti delle due superficie, quando si suppongano riferite tra loro in modo che nei punti corrispondenti le normali sieno parallele, dimostrando come tali formole possano notevolmente semplificarsi con la scelta di speciali sistemi di linee coordinate sulle superficie stesse dei quali dimostrai in ogni caso l'esistenza.

Fra le diverse applicazioni che delle formole ottenute possono farsi alla risoluzione di determinati problemi, in aggiunta a quelle che trovansi esposte nella Memoria suddetta, mi è sembrata non priva d' interesse quella che forma oggetto della presente comunicazione in vista, anche delle altre cui essa può dare origine e formare oggetto di speciali ricerche.

Premesso questo, incominciamo dal supporre di avere due superficie S, S_1 riferite tra loro in modo che nei punti corrispondenti le normali siano parallele. Se allora con x, y, z s' indicano le coordinate cartesiane dei punti della S, con x_1, y_1, z_1 quelle della S_1 e con X, Y, Z i coseni direttori delle normali relative, le formole generali sovraccennate sono appunto le seguenti :

$$(1)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial x_1}{\partial u} = M\dfrac{\partial x}{\partial u} + N\dfrac{\partial x}{\partial v}, \ldots \\ \dfrac{\partial x_1}{\partial v} = P\dfrac{\partial x}{\partial u} + Q\dfrac{\partial x}{\partial v}, \ldots \end{cases}$$

essendo M, N, P e Q quattro funzioni delle due variabili u e v che verificano l'equazioni:

$$(2)\quad \begin{cases} (M-Q)\,D' - PD + ND'' = 0\,, \\ \dfrac{M-Q}{2}\dfrac{\partial E}{\partial v} - \dfrac{P}{2}\dfrac{\partial E}{\partial u} + N\left(\dfrac{\partial F}{\partial v} - \dfrac{1}{2}\dfrac{\partial G}{\partial u}\right) + \left(\dfrac{\partial M}{\partial v} - \dfrac{\partial P}{\partial u}\right)E + \left(\dfrac{\partial N}{\partial v} - \dfrac{\partial Q}{\partial u}\right)F = 0\,, \\ \dfrac{M-Q}{2}\dfrac{\partial G}{\partial u} + \dfrac{N}{2}\dfrac{\partial G}{\partial v} - P\left(\dfrac{\partial F}{\partial u} - \dfrac{1}{2}\dfrac{\partial E}{\partial v}\right) + \left(\dfrac{\partial M}{\partial v} - \dfrac{\partial P}{\partial u}\right)F + \left(\dfrac{\partial N}{\partial v} - \dfrac{\partial Q}{\partial u}\right)G = 0\,, \end{cases}$$

e nelle quali E, F, G; D, D', D'' sono, adottando le consuete notazioni, i coefficienti delle due forme fondamentali della S. Se si indicano analogamente con le stesse lettere affette da un indice quelli della S_1, seguiranno facilmente dalle (1) le formole:

$$(3)\quad \begin{cases} E_1 = M^2E + 2MNF + N^2G, \\ F_1 = MPE + (MQ + NP)\,F + NQG, \\ G_1 = P^2E + 2PQF + Q^2G, \end{cases}$$

non che il gruppo delle altre:

$$(4)\quad \begin{cases} D_1 = MD + ND', \\ D_1' = MD' + ND'' = PD + QD', \\ D_1'' = PD' + QD'', \end{cases}$$

che esprimono i valori dei coefficienti di ciascuna delle due forme fondamentali linearmente pei coefficienii delle corrispondenti.

Introduciamo ora la condizione che la rappresentazione considerata sia equivalente; allora, poichè segue subito dalle (3)

$$E_1G_1 - F_1^2 = (MQ - NP)^2\,(EG - F^2),$$

dovrà essere $MQ - NP$ eguale a una costante, e poichè si ha analogamente per le (4),

$$D_1D_1'' - D_1'^2 = (MQ - NP)\,(DD'' - D'^2),$$

dovrà aver luogo la relazione

$$\frac{D_1D_1'' - D_1'^2}{E_1G_1 - F_1^2} = \frac{1}{MQ - NP}\,\frac{DD'' - D'^2}{EG - F^2},$$

che si semplifica nell'altra:

$$(5)\quad \frac{D_1D_1'' - D_1'^2}{E_1G_1 - F_1^2} = \frac{DD'' - D'^2}{EG - F^2},$$

qualora si ponga, come è lecito,

$$MQ - NP = 1. \tag{6}$$

La (5) esprime che le superficie considerate hanno nei punti corrispondenti la stessa curvatura totale; ma si vede subito che sussiste la proprietà inversa, vale a dire: *se due superficie, che si corrispondono per parallelismo delle normali, hanno eguale la curvatura nei punti corrispondenti, la rappresentazione deve essere equivalente*; cosicchè ne concludiamo che i due problemi si possono sostituire l'uno all'altro.

Supposta ora data la S, per ottenere la corrispondente superficie S_1, dovremmo procedere per mezzo delle (2) e della (6) alla determinazione delle quattro funzioni M, N, P e Q e quindi, dopo averne sostituiti i valori nelle (1), eseguire le relative quadrature; ma potremo semplificare questi calcoli e ridurre il numero delle funzioni incognite, se teniamo presente le proprietà sopraccennate della nostra rappresentazione, quando si prescinda dalla condizione che essa sia equivalente.

Si sa infatti che in tale ipotesi esiste sempre su ciascuna delle due superficie un doppio sistema di linee (reali distinte, coincidenti o immaginarie) che conservano la medesima direzione e che scelte a linee coordinate danno appunto le dette semplificazioni, potendosi inoltre di tali sistemi in casi speciali aversene anche in numero infinito (*).

§ I.

Tratteremo in questo il caso che le accennate direzioni siano reali e distinte e si abbiamo corrispondentemente le formole:

$$\frac{\partial x_1}{\partial u} = M\frac{\partial x}{\partial u}, \ldots \quad \frac{\partial x_1}{\partial v} = Q\frac{\partial x_1}{\partial v}, \ldots \tag{7}$$

che si ottengono dalle (1) facendo in esse $N = P = 0$, semplificandosi le (2) nelle

$$\begin{cases} \dfrac{M-Q}{2}\dfrac{\partial E}{\partial v} + \dfrac{\partial M}{\partial v}E - \dfrac{\partial Q}{\partial u}F = 0, \\ \dfrac{M-Q}{2}\dfrac{\partial G}{\partial u} + \dfrac{\partial M}{\partial v}F - \dfrac{\partial Q}{\partial u}G = 0 \end{cases} \tag{8}$$

e la (6) nella

$$MQ = 1.$$

Se ora fra questa e ciascuna delle precedenti eliminiamo la Q, avremo l'equazioni:

$$\begin{cases} \dfrac{M^2-1}{2M}\dfrac{\partial E}{\partial v} + \dfrac{\partial M}{\partial v}E + \dfrac{1}{M^2}\dfrac{\partial M}{\partial u}F = 0, \\ \dfrac{M^2-1}{2M}\dfrac{\partial G}{\partial u} + \dfrac{\partial M}{\partial v}F + \dfrac{1}{M^2}\dfrac{\partial M}{\partial u}G = 0, \end{cases} \tag{9}$$

(*) Memoria citata.

dalle quali dovremo determinare la M come loro soluzione comune e che è la sola incognita del problema.

Per ottenere la relazione che deve aver luogo fra i coefficienti E, F, G affinchè questa condizione sia soddisfatta, risolviamo le (9) rispetto a $\frac{\partial M}{\partial u}$, $\frac{\partial M}{\partial v}$ e troveremo per queste quantità i valori:

$$\frac{2}{M(M^2-1)}\frac{\partial M}{\partial u}=\frac{F\frac{\partial E}{\partial v}-E\frac{\partial G}{\partial u}}{EG-F^2},$$

$$\frac{2M}{M^2-1}\frac{\partial M}{\partial v}=\frac{F\frac{\partial G}{\partial u}-G\frac{\partial E}{\partial v}}{EG-F^2},$$

che potremo anche scrivere, ponendo $M^2=\tau$ e facendo uso dei simboli di Christoffel, più semplicemente così:

$$(10)\qquad \begin{cases} \frac{\partial\tau}{\partial u}=-2\tau(\tau-1)\left\{\begin{smallmatrix}12\\2\end{smallmatrix}\right\}, \\ \frac{\partial\tau}{\partial v}=-2(\tau-1)\left\{\begin{smallmatrix}12\\1\end{smallmatrix}\right\}. \end{cases}$$

Per la coesistenza di queste due equazioni, dovrà essere verificata la condizione d'integrabilità e quindi dovrà aver luogo l'eguaglianza:

$$\frac{\partial}{\partial v}\left[(\tau^2-\tau)\left\{\begin{smallmatrix}12\\2\end{smallmatrix}\right\}\right]-\frac{\partial}{\partial u}\left[(\tau-1)\left\{\begin{smallmatrix}12\\1\end{smallmatrix}\right\}\right]=0,$$

la quale, sviluppata e avendo riguardo alle (10) medesime, si ridurrà facilmente all'altra:

$$(\tau-1)\left[\tau\frac{\partial}{\partial v}\left\{\begin{smallmatrix}12\\2\end{smallmatrix}\right\}-\frac{\partial}{\partial u}\left\{\begin{smallmatrix}12\\1\end{smallmatrix}\right\}+2(1-\tau)\left\{\begin{smallmatrix}12\\1\end{smallmatrix}\right\}\left\{\begin{smallmatrix}12\\2\end{smallmatrix}\right\}\right]=0.$$

A volere che questa sia identicamente soddisfatta, occorrerà che sia

$$(a)\qquad \frac{\partial}{\partial u}\left\{\begin{smallmatrix}12\\1\end{smallmatrix}\right\}=\frac{\partial}{\partial v}\left\{\begin{smallmatrix}12\\2\end{smallmatrix}\right\}=2\left\{\begin{smallmatrix}12\\1\end{smallmatrix}\right\}\left\{\begin{smallmatrix}12\\2\end{smallmatrix}\right\};$$

altrimenti si avrà per τ il valore

$$(b)\qquad \tau=\frac{\frac{\partial}{\partial u}\left\{\begin{smallmatrix}12\\1\end{smallmatrix}\right\}-2\left\{\begin{smallmatrix}12\\1\end{smallmatrix}\right\}\left\{\begin{smallmatrix}12\\2\end{smallmatrix}\right\}}{\frac{\partial}{\partial v}\left\{\begin{smallmatrix}12\\2\end{smallmatrix}\right\}-2\left\{\begin{smallmatrix}12\\1\end{smallmatrix}\right\}\left\{\begin{smallmatrix}12\\2\end{smallmatrix}\right\}}$$

che dovrà verificare le (10): nel primo caso avremo ∞^1 superficie S_1, nel secondo una sola le cui equazioni in termini finiti si otterranno integrando le (7) (*).

Supposto che abbia luogo il caso (a) di illimitata integrabilità per le (10), poniamo

$$\left\{ \begin{matrix} 12 \\ 1 \end{matrix} \right\} = \frac{\partial \vec{\varphi}}{\partial v}, \quad \left\{ \begin{matrix} 12 \\ 2 \end{matrix} \right\} = \frac{\partial \vec{\varphi}}{\partial u};$$

sarà allora immediatamente soddisfatta la prima delle (a), mentre l'altra si ridurrà alla

$$\frac{\partial^2 \vec{\varphi}}{\partial u \partial v} = 2 \frac{\partial \vec{\varphi}}{\partial u} \frac{\partial \vec{\varphi}}{\partial v},$$

da cui seguirà subito integrando

$$\vec{\varphi} = -\frac{1}{2} \log (U + V),$$

essendo U e V due funzioni arbitrarie rispettivamente di u e di v.

Ora, se osserviamo che il sistema delle linee coordinate che consideriamo è coniugato su ciascuna delle superficie, giacchè avendosi per la prima delle (2)

$$(M - Q) D' = 0,$$

sarà evidentemente $D' = 0$ e quindi per la 2ª delle (4) anche $D_1' = 0$, le coordinate dei punti delle superficie stesse saranno soluzioni dell'equazioni di Laplace

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial v \partial u} - \left\{ \begin{matrix} 12 \\ 1 \end{matrix} \right\} \frac{\partial \theta}{\partial u} - \left\{ \begin{matrix} 12 \\ 2 \end{matrix} \right\} \frac{\partial \theta}{\partial v} = 0 \quad (**).$$

Nel nostro caso, se nessuna delle due funzioni U e V è costante, poichè allora

$$\left\{ \begin{matrix} 12 \\ 1 \end{matrix} \right\} = -\frac{V'}{2(U+V)}, \quad \left\{ \begin{matrix} 12 \\ 2 \end{matrix} \right\} = -\frac{U'}{2(U+V)},$$

avremo l'equazione

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u \partial v} + \frac{V'}{2(U+V)} \frac{\partial \theta}{\partial u} + \frac{U'}{2(U+V)} \frac{\partial \theta}{\partial v} = 0,$$

ovvero, prendendo U e V come variabili,

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial U \partial V} + \frac{1}{2(U+V)} \frac{\partial \theta}{\partial U} + \frac{1}{2(U+V)} \frac{\partial \theta}{\partial V} = 0$$

che è l'equazione di Laplace $E\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$ (***).

(*) Cfr. Bianchi, *Lezioni di Geometria differenziale*, Vol. II, pag. 42.

(**) V. Bianchi, l. c., Vol. I, pag. 139.

(***) V. Darboux, *Leçons sur la Théorie générale des surfaces*, T. III, pag. 55.

Se V è costante e non U, cangiando U in $U +$ cost. avremo l'equazione

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial u\partial v} + \frac{U'}{2U}\frac{\partial\theta}{\partial v} = 0,$$

da cui si ricaverà subito l'integrale; mentre se è costante anche U, sarà

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial u\partial v} = 0$$

e si avranno le superficie di traslazione.

Come applicazione delle nostre formule, supponiamo che il sistema coniugato, cui intendiamo riferita la S, sia quello delle sue linee di curvatura. Dovendo allora essere $F = 0$, i simboli di Christoffel avranno semplicemente i valori

$$\left\{\begin{matrix}12\\1\end{matrix}\right\} = \frac{1}{2}\frac{\partial\log E}{\partial v}, \quad \left\{\begin{matrix}12\\2\end{matrix}\right\} = \frac{1}{2}\frac{\partial\log G}{\partial u},$$

ed i coefficienti E, G dell'elemento lineare della S dovranno perciò soddisfare le due equazioni

$$\frac{\partial^2\log E}{\partial u\partial v} = \frac{\partial^2\log G}{\partial u\partial v} = \frac{\partial\log E}{\partial u}\frac{\partial\log G}{\partial v} \tag{11}$$

cui si riducono le (a) in tale ipotesi. Considerando la prima, cioè l'equazione

$$\frac{\partial^2\log E}{\partial u\partial v} = \frac{\partial^2\log G}{\partial u\partial v},$$

questa esprime che le linee di curvatura della nostra superficie debbono formare un sistema isotermo; scegliendo per conseguenza i parametri isometrici, potremo porre

$$E = G = \lambda$$

dove λ dovrà determinarsi per mezzo dell'equazione

$$\frac{\partial^2\log\lambda}{\partial u\partial v} = \frac{\partial\log\lambda}{\partial u}\frac{\partial\log\lambda}{\partial v}$$

che segue immediatamente dalle (11). Ora, poichè da questa si ricava per λ il valore

$$\lambda = \frac{1}{\alpha(u) + \beta(v)},$$

essendo $\alpha(u)$, $\beta(v)$ due funzioni arbitrarie rispettivamente di u e di v, risulta quindi che il quadrato dell'elemento lineare della superficie considerata, riferita alle sue linee

di curvatura, dovrà avere la forma

$$ds^2 = \frac{du^2 + dv^2}{\alpha(u) + \beta(v)}.$$

Bisognerebbe ora vedere se effettivamente esistono superficie siffatte e in caso affermativo determinarle; ma senza entrare in tale questione, per quanto meritevole di studio, ci limiteremo qui ad osservare che basta supporre α o β costanti per ottenere le superficie di rotazione, le quali dunque godranno della proprietà che forma l'oggetto della presente ricerca, essendo infinite le superficie che verranno a corrispondere ad ognuna di esse.

Passando ora al caso che le (a) non siano identicamente soddisfatte, e quindi le superficie vengano a corrispondersi a coppie, avremo da integrare il sistema

$$\begin{cases} -\frac{1}{2\tau(\tau-1)}\frac{\partial\tau}{\partial u} = \frac{\partial}{\partial u}\log\sqrt{G}, \\ -\frac{1}{2(\tau-1)}\frac{\partial\tau}{\partial v} = \frac{\partial}{\partial v}\log\sqrt{E}, \end{cases}$$

dal quale si ricava subito per τ il valore

$$\tau = \frac{VG}{UE},$$

ovvero, mutando i parametri,

$$\tau = \frac{G}{E};$$

sostituendo quindi nella (b) avremo l'eguaglianza

$$\frac{G}{E} = \frac{2\frac{\partial^2\log G}{\partial u\partial v} - \frac{\partial}{\partial v}\log E\frac{\partial}{\partial u}\log G}{2\frac{\partial^2\log G}{\partial u\partial v} - \frac{\partial}{\partial v}\log E\frac{\partial}{\partial u}\log G}$$

cui dovranno soddisfare i coefficienti E, G dell'elemento lineare della superficie, essendo u e v le sue linee di curvatura.

Osservando che l'equazione è soddisfatta da

$$E = \operatorname{sen}h^2\lambda, \quad G = \cos h^2\lambda,$$

denotando λ una funzione di u e di v, pei raggi principali di curvatura r_1, r_2 della S troveremo facilmente i valori

$$\frac{1}{r_2} = \cot h\lambda, \quad \frac{1}{r_1}\operatorname{tg}h\lambda;$$

la superficie sarà quindi a curvatura positiva costante $K = +1$, e per conseguenza dovrà λ determinarsi come soluzione dell'equazione a derivate parziali del 2° ordine

$$\frac{\partial^2\lambda}{\partial u^2} + \frac{\partial^2\lambda}{\partial v^2} + \operatorname{sen}h \cos h\lambda = 0 \quad (*).$$

Ora, poichè si ha per le (3)

$$E_1 = M^2 E, \quad G_1 = \frac{1}{M^2} G;$$

ed è

$$M^2 = \tau = \cot h^2\lambda,$$

sarà

$$ds_1^2 = \cos h^2\lambda du^2 + \operatorname{sen}h^2\lambda dv^2$$

il quadrato dell'elemento lineare della S_1, ed essendo inoltre

$$D_1 = MD, \quad D_1'' = \frac{1}{M} D'',$$

seguirà

$$-\frac{D_1}{E_1} = -\frac{D_1''}{G_1} = 1$$

eguaglianza che dimostra che i due raggi principali di curvatura della S_1 sono entrambi eguali all'unità positiva e perciò la superficie stessa sarà la sfera rappresentativa di Gauss della S e le due superficie saranno l'una la deformata dell'altra.

§ II.

Supponiamo ora che le linee che conservano la medesima direzione sulle due superficie siano coincidenti: queste, come dimostrai nella Memoria suddetta e dalla quale riporto le formole che seguono, debbono essere asintotiche tanto sull'una che sull'altra superficie. Assumendole a linee coordinate u e scegliendo per linee v un sistema di curve ad arbitrio, sussisteranno allora le eguaglianze:

$$(12) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial x_1}{\partial u} = M\dfrac{\partial x}{\partial u} + N\dfrac{\partial x}{\partial v}, \ldots \\ \dfrac{\partial x_1}{\partial v} = M\dfrac{\partial x_1}{\partial v}, \ldots \end{cases}$$

che sono un caso particolare delle (1) ove si faccia in esse $M = Q$, $P = 0$, soddi-

(*) Bianchi, l. c. vol. II, pag. 293.

sfacendo M ed N alle due equazioni

$$(13)\qquad \begin{cases} N\left(\dfrac{\partial F}{\partial v} - \dfrac{1}{2}\dfrac{\partial G}{\partial u}\right) + \dfrac{\partial M}{\partial v}E + \left(\dfrac{\partial N}{\partial v} - \dfrac{\partial M}{\partial u}\right)F = 0, \\ \dfrac{N}{2}\dfrac{\partial G}{\partial v} + \dfrac{\partial M}{\partial v}F + \left(\dfrac{\partial N}{\partial v} - \dfrac{\partial M}{\partial u}\right)G = 0 \end{cases}$$

cui si riducono le (2) in quest'ipotesi.

Sostituendo a questo sistema l'altro

$$(14)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial M}{\partial v} = -N\left\{\begin{matrix} 22 \\ 1 \end{matrix}\right\}, \\ \dfrac{\partial N}{\partial v} - N\left\{\begin{matrix} 22 \\ 2 \end{matrix}\right\} \end{cases}$$

che immediatamente se ne deduce e nel quale, come si vede, figurano nuovamente i simboli di Christoffel, ed osservando che si ha per la (6) $M^2 = 1$, dalla prima delle (14) seguirà subito l'equazione

$$\left\{\begin{matrix} 22 \\ 1 \end{matrix}\right\} = 0,$$

la quale esprime che le $u =$ cost.^{e} debbono essere geodetiche, ma sono anche asintotiche, dovranno quindi esser linee rette e perciò la superficie considerata S dovrà essere rigata, come lo dovrà essere la sua corrispondente S_1. Quanto ad N, esso dovrà prendersi in guisa da soddisfare l'eguaglianza

$$\frac{\partial \log N}{\partial v} = -\left\{\begin{matrix} 22 \\ 2 \end{matrix}\right\}$$

cui si riduce la seconda delle (14) quando in essa si sostituisca ad M il suo valore 1. Per ogni rigata si hanno dunque soluzioni del problema dipendenti non più da una costante ma da una funzione arbitraria.

Così p. e., supposto che la S sia l'elicoide rigata ad area minima rappresentata dalle equazioni

$$x = v\cos u,\quad y = v\operatorname{sen} u,\quad z = mu,$$

quelle delle superficie corrispondenti saranno semplicemente

$$x_1 = v\cos u + \int U\cos u\,du,\quad y_1 = v\operatorname{sen} u + \int U\operatorname{sen} u\,du,\quad z_1 = mu$$

denotando U una funzione arbitraria di u.

§ III.

Passiamo ora a considerare il caso delle direzioni immaginarie, che analiticamente non presenta differenza alcuna dal primo; ma, volendo rimanère nel campo reale, prenderemo per linee coordinate u, v della S, invece del predetto sistema, quello (sempre reale ed ortogonale) delle sue bisettrici. In tale ipotesi dovendo essere $M = Q$, le (1) si ridurranno alle seguenti

$$\frac{\partial x_1}{\partial u} = M\frac{\partial x}{\partial u} + N\frac{\partial x}{\partial v}, \dots \quad \frac{\partial x_1}{\partial v} = P\frac{\partial x}{\partial u} + M\frac{\partial x}{\partial v}, \dots \tag{15}$$

soddisfacendo M, N, P all'equazioni:

$$\begin{cases} -PD + ND'' = 0, \\ -\frac{P}{2}\frac{\partial E}{\partial u} - \frac{N}{2}\frac{\partial G}{\partial u} + \left(\frac{\partial M}{\partial v} - \frac{\partial P}{\partial u}\right)E = 0, \\ \frac{N}{2}\frac{\partial G}{\partial v} + \frac{P}{2}\frac{\partial E}{\partial v} + \left(\frac{\partial N}{\partial v} - \frac{\partial M}{\partial u}\right)G = 0 \end{cases} \tag{16}$$

cui si riducono corrispondentemente le (2), mentre la (6) si trasforma nella

$$M^2 - NP = 1. \tag{17}$$

Si soddisfa alla prima delle (16) ponendo

$$N = \lambda D, \quad P = \lambda D''$$

e sostituendo nelle altre due si otterranno l'equazioni:

$$-\frac{\lambda D''}{2}\frac{\partial E}{\partial u} - \frac{\lambda D}{2}\frac{\partial G}{\partial u} + \left(\frac{\partial M}{\partial v} - \lambda\frac{\partial D''}{\partial u} - D''\frac{\partial \lambda}{\partial u}\right)E = 0,$$
$$\frac{\lambda D}{2}\frac{\partial G}{\partial v} + \frac{\lambda D''}{2}\frac{\partial E}{\partial v} + \left(\lambda\frac{\partial D}{\partial v} + D\frac{\partial \lambda}{\partial v} - \frac{\partial M}{\partial u}\right)G = 0,$$

od anche, risolvendole rispetto a $\frac{\partial M}{\partial u}$, $\frac{\partial M}{\partial v}$, le altre due:

$$\begin{cases} \frac{\partial M}{\partial u} = \lambda\left(D\frac{\partial \log\sqrt{G}}{\partial v} + \frac{D''}{2G}\frac{\partial E}{\partial v} + \frac{\partial D}{\partial v}\right) + D\frac{\partial \lambda}{\partial v}, \\ \frac{\partial M}{\partial u} = \lambda\left(D''\frac{\partial \log\sqrt{E}}{\partial u} + \frac{D}{2E}\frac{\partial G}{\partial u} + \frac{\partial D''}{\partial u}\right) + D''\frac{\partial \lambda}{\partial u} \end{cases} \tag{18}$$

da cui dovremo determinare i valori di λ e M.

Otterremo subito l'equazione alla quale deve soddisfare λ, eliminando M, e si troverà :

$$(19)\quad D''\frac{\partial^2\lambda}{\partial u^2} - D\frac{\partial^2\lambda}{\partial v^2} + \left(A + \frac{\partial D''}{\partial u}\right)\frac{\partial\lambda}{\partial u} - \left(B + \frac{\partial D}{\partial v}\right)\frac{\partial\lambda}{\partial v} + \left(\frac{\partial A}{\partial u} - \frac{\partial B}{\partial v}\right)\lambda = 0$$

ove si è posto per semplicità :

$$A = D''\frac{\partial \log\sqrt{E}}{\partial u} + \frac{D}{2E}\frac{\partial G}{\partial u} + \frac{\partial D''}{\partial u},$$

$$B = D\frac{\partial \log\sqrt{G}}{\partial v} + \frac{D''}{2G}\frac{\partial E}{\partial v} + \frac{\partial D}{\partial v}.$$

Conosciuto λ, potremo determinare la M dalle (18) e sostituendo infine nella (17) ad M, N, P i loro valori, avremo una relazione cui dovranno soddisfare i coefficienti delle due forme fondamentali che definiscono la S affinchè la superficie corrispondente si rappresenti su di essa nel modo voluto.

Supposto per esempio che per una data superficie sia soddisfatta la relazione

$$\frac{\partial A}{\partial u} = \frac{\partial B}{\partial v},$$

sarà $\lambda = \text{cost.}^{\text{e}}$ una soluzione della (19) e quindi per le (18)

$$M = \lambda\int(Bdu + Adv);$$

ma per la soluzione del problema dovrà inoltre essere soddisfatta l'ulteriore condizione

$$\lambda\int(Bdu + Adv) = \sqrt{1 + \lambda^2 DD''}$$

cui si riduce la (17) in tale ipotesi.

§ IV.

Veniamo finalmente all'ultimo caso, che cioè sulle due superficie esistano infiniti doppi sistemi di curve pei quali le loro direzioni nei punti corrispondenti siano le stesse. Sceltone uno ad arbitrio per linee coordinate u, v, si avranno le formole (*)

$$(20)\qquad \frac{\partial x_1}{\partial u} = N\frac{\partial x}{\partial v}, \ldots \quad \frac{\partial x_1}{\partial v} = P\frac{\partial x}{\partial u}, \ldots$$

(*) V. Memoria citata.

che non sono che le (1) nelle quali siasi fatto $M = Q = 0$; mentre le (2) si semplificheranno nelle

$$(21)\qquad \begin{cases} -PD + ND'' = 0 \\ -\frac{P}{2}\frac{\partial E}{\partial u} + N\left(\frac{\partial F}{\partial v} - \frac{1}{2}\frac{\partial G}{\partial u}\right) - \frac{\partial P}{\partial u}E + \frac{\partial N}{\partial v}F = 0 \\ \frac{N}{2}\frac{\partial G}{\partial v} - P\left(\frac{\partial F}{\partial u} - \frac{1}{2}\frac{\partial E}{\partial v}\right) - \frac{\partial P}{\partial u}F + \frac{\partial N}{\partial v}G = 0 \end{cases}$$

soddisfacendo N, P alla relazione semplicissima

$$(22)\qquad NP = -1$$

cui si riduce allora la (6).

Si soddisfà alla prima delle (21) ponendo

$$(23)\qquad N = \lambda D,\ P = \lambda D'',$$

con che le altre due divengono

$$-D''E\frac{\partial\lambda}{\partial u} + DF\frac{\partial\lambda}{\partial v} + \left(-\frac{D''}{2}\frac{\partial E}{\partial u} + D\frac{\partial F}{\partial v} - \frac{D}{2}\frac{\partial G}{\partial u} - E\frac{\partial D''}{\partial u} + F\frac{\partial D}{\partial v}\right)\lambda = 0,$$

$$-D''F\frac{\partial\lambda}{\partial u} + DG\frac{\partial\lambda}{\partial v} + \left(\frac{D}{2}\frac{\partial G}{\partial v} - D''\frac{\partial F}{\partial u} + \frac{D''}{2}\frac{\partial E}{\partial v} - F\frac{\partial D''}{\partial u} + G\frac{\partial D}{\partial v}\right)\lambda = 0;$$

ma poichè fra gli infiniti sistemi di linee coordinate pei quali sussistono le (20) ve n'è sempre uno ortogonale, supponendo ad esso riferita la nostra superficie, avremo le formole più semplici :

$$DE\frac{\partial\lambda}{\partial u} + \left(\frac{D''}{2}\frac{\partial E}{\partial u} + \frac{D}{2}\frac{\partial G}{\partial u} + E\frac{\partial D''}{\partial u}\right)\lambda = 0,$$

$$DG\frac{\partial\lambda}{\partial v} + \left(\frac{D}{2}\frac{\partial G}{\partial v} + \frac{D''}{2}\frac{\partial E}{\partial v} + G\frac{\partial D}{\partial v}\right)\lambda = 0,$$

o le due equivalenti, che immediatamente se ne deducono :

$$(24)\qquad \begin{cases} -\frac{\partial\log\lambda}{\partial u} = \frac{\partial\log D''\sqrt{E}}{\partial u} + \frac{D}{2D''E}\frac{\partial G}{\partial u}, \\ -\frac{\partial\log\lambda}{\partial v} = \frac{\partial\log D\sqrt{G}}{\partial v} + \frac{D''}{2DG}\frac{\partial E}{\partial v}. \end{cases}$$

Ora, poichè, sostituendo nella (22) i valori di N e P dati dalle (23), si ha

$$(25)\qquad \lambda^2 DD'' = -1,$$

potremo fra questa e ciascuna delle (24) eliminare λ e giungeremo facilmente alle due relazioni:

$$(\alpha)\qquad \begin{cases} \dfrac{D''E}{D}\, e^{\int \frac{D}{DE''}\frac{\partial G}{\partial u}\,du} = V, \\ \dfrac{DG}{D''}\, e^{\int \frac{D''}{DG}\frac{\partial E}{\partial v}\,dv} = U, \end{cases}$$

indicando al solito U e V due funzioni arbitrarie rispettivamente di u e di v. Verificate queste condizioni per la superficie S, si avranno le coordinate dei punti della corrispondente S_1 per mezzo delle (20) nelle quali ad N e P siano sostituiti i loro valori (23), essendo λ determinata dalla (25).

Osservando che D e D'' debbono avere segni contrari, e per conseguenza la nostra superficie essere a curvatura negativa, avremo

$$N = \sqrt{-\frac{D}{D''}}, \quad P = -\sqrt{-\frac{D''}{D}},$$

e per le coordinate richieste:

$$(26)\qquad x_1 = \int\left(\sqrt{-\frac{D}{D''}}\frac{\partial x}{\partial v}\,du - \sqrt{-\frac{D''}{D}}\frac{\partial x}{\partial u}\,dv\right), \ldots$$

denotando x, y, z quelle della S.

Come applicazione semplicissima di queste formole supponiamo che la S sia una superficie ad area minima riferita alle sue linee di curvatura u e v. Essendo allora

$$E = G, \quad D + D'' = 0,$$

le (α) saranno evidentemente soddisfatte; giacchè basterà supporre $U = V = -1$ e si avranno le formole:

$$x_1 = \int\left(\frac{\partial x}{\partial v}\,du - \frac{\partial x}{\partial u}\,dv\right), \ldots$$

che definiscono, come subito si vede, una superficie minima S_1 coniugata in applicabilità alla S, risultato facilmente prevedibile essendo noto che le superficie minime coniugate in applicabilità si corrispondono appunto per parallelismo delle normali.

Per secondo esempio prendiamo a considerare una superficie di rotazione di elemento lineare

$$ds^2 = du^2 + r^2 dv^2,$$

ove bisognerà determinare r in modo da verificare le (α) e precisamente la prima; giacchè la seconda sarà sempre soddisfatta qualunque sia r.

Avendosi nel nostro caso

$$D = \frac{r''}{\sqrt{1 - r'^2}}, \quad D'' = -r\sqrt{1 - r'^2},$$

si troverà l'equazione

$$\frac{r\left(1 - r'^2\right)^2}{r''} = V,$$

ed essendo il primo membro funzione soltanto della u, dovrà essere V una costante che indicheremo con k e quindi r verrà determinata dall'equazione differenziale

$$kr'' = r\left(1 - r'^2\right)^2.$$

Questa, prendendo r per variabile indipendente ed r' per funzione incognita, potrà scriversi sotto la forma

$$\frac{kr'dr'}{\left(1 - r'^2\right)^2} = rdr,$$

da cui, integrando,

$$\frac{k}{1 - r'^2} = r^2 + c,$$

ove c è una nuova costante, e risolvendo rispetto ad r',

$$r' = \frac{dr}{du} = \sqrt{1 - \frac{k}{r^2 + c}},$$

da cui finalmente

$$u = \int \frac{dr}{\sqrt{1 - \frac{k}{r^2 + c}}}, \tag{27}$$

avendo omessa la costante additiva; mentre

$$z = \int \sqrt{\frac{k}{r^2 + c - k}}\, dr \tag{28}$$

sarà l'equazione della curva meridiana della superficie di rotazione voluta.

Supposto per semplicità $k = 1$, $c = 0$, si trova subito $u = \sqrt{r^2 - 1}$ ossia $r = \sqrt{u^2 + 1}$ e quindi per equazione della curva meridiana la catenaria comune

$$r = \cosh z;$$

la superficie di rotazione considerata sarà quindi il catenoide, che è una superficie ad area minima com'è ben noto.

Per ottenere l'equazioni della superficie corrispondente, si osservi che, poichè nel nostro caso

$$D = \frac{1}{u^2 + 1}, \quad D'' = -1,$$

scrivendo l'equazioni del catenoide

$$x = r\cos v,\ y = r\operatorname{sen} v,\ r = \cos hz,$$

si avranno subito quelle della S_1 facendo le relative sostituzioni nelle (26) e si troveranno l'equazioni

$$x_1 = -u\operatorname{sen} v,\ y_1 = u\cos v,\ z_1 = -v$$

che sono quelle dell'elicoide gobbo ad area minima che, come si sa e come risulta anche dalle (3), è una superficie applicabile alla precedente.

Supposto ora $c = k = a^2$, le (27) e (28) diverranno

$$u = \int \frac{\sqrt{r^2 + a^2}}{r}\, dr,\ z = a\log r,$$

le quali mostrano che la curva meridiana della nostra superficie sarà la curva logaritmica.

Si eseguirà subito la prima integrazione ponendo

$$r = a\operatorname{sen} h\tau$$

e si avrà

$$u = a\left(\log \operatorname{tg} h\frac{\tau}{2} + \cos h\tau\right),$$

e quindi

$$x = r\cos v,\ y = r\operatorname{sen} v,\ z = a\log r$$

saranno le equazioni della corrispondente superficie di rotazione. Per trovare quelle della S_1, si osservi che nel nostro caso si ha

$$D = \frac{ar}{(r^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}},\ D'' = -\frac{ar}{(r^2 + a^2)^{\frac{1}{2}}}$$

e quindi

$$-\frac{D}{D''} = \frac{1}{r^2 + a^2}.$$

Sostituendo questi valori nelle (26) si troveranno subito l'equazioni:

$$x_1 = -\int\left(\frac{r}{\sqrt{r^2 + a^2}}\operatorname{sen} v du + r\cos v dv\right) = -r\operatorname{sen} v,$$

$$y_1 = \int\left(\frac{r}{\sqrt{r^2 + a^2}}\cos v du - r\operatorname{sen} v dv\right) = r\cos v,$$

$$z_1 = -av,$$

che sono quelle di un'elicoide.

ALCUNE OSSERVAZIONI SOPRA I SISTEMI DI FUNZIONI ASSOCIATE E SOPRA UN GRUPPO DI OPERAZIONI LINEARI

NOTA DEL PROF. S. PINCHERLE

LETTA NELLA SESSIONE DEL 28 GENNAIO 1912

Abbiasi una successione di funzioni reali della variabile reale x, limitate ed integrabili, date per i valori $0 \leq x \leq 1$,

$$\alpha_1(x),\ \alpha_2(x),\ \ldots.\ \alpha_n(x),\ \ldots. \tag{1}$$

ed esista un sistema di funzioni

$$\beta_1(x),\ \beta_2(x),\ \ldots.\ \beta_n(x),\ \ldots, \tag{2}$$

reali, limitate ed integrabili nello stesso intervallo ed associate alle (1), cioè tali che sia

$$\int_0^1 \alpha_m(x)\,\beta_n(x)\,dx = \begin{cases} 0 & \text{per } m \gtrless n, \\ 1 & \text{» } m = n. \end{cases} \tag{3}$$

Richiamate brevemente le proprietà delle operazioni integrali A aventi un nucleo espresso da una serie uniformemente convergente per $0 \leq x \leq 1,\ 0 \leq y \leq 1$:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\alpha_n(x)\,\beta_n(y)}{k_n},$$

vogliamo mostrare dapprima come godano delle medesime proprietà le operazioni integrali B aventi per nucleo il *limite in media* di una successione della forma

$$\sum_{n=1}^{m} \frac{\alpha_n(x)\,\beta_n(y)}{u_n},\ (m = 1,\ 2,\ 3,\ \ldots.); \tag{4}$$

e, dopo ciò, come le A e le B insieme considerate costituiscano un sottogruppo in un gruppo infinito di operazioni permutabili godenti di analoghe proprietà, ma non necessariamente esprimibili come operazioni integrali.

Questa nota vale a porre una volta di più in rilievo l'interesse del concetto di *convergenza in media* di una successione, concetto introdotto da E. Fischer nel 1907 (*).

1. È noto che una successione di funzioni $f_n(x)$, integrabili insieme ai loro quadrati nell'intervallo 0 ... 1, si dice *convergere in media* ad una funzione $f(x)$, pure integrabile insieme al suo quadrato, allorquando, preso un numero positivo ε piccolo a piacere, vi è un corrispondente numero n tale che per $n > \bar{n}$ sia

$$\int_0^1 (f(x) - f_n(x))^2 dx < \varepsilon .$$

Ci proponiamo di studiare le proprietà delle funzioni $\varphi(x)$, cui convergono in media successioni della forma $\sum_1^m c_n \alpha_n(x)$; diremo S_α l'insieme di dette funzioni, ed *elemento* di S_α, una qualunque di esse. Allo spazio S_α appartengono, in particolare, tutte le serie $\sum_1^\infty c_n \alpha_n(x)$ uniformemente convergenti nell'intervallo 0 ... 1.

2. Data una funzione $f(x)$ integrabile insieme al suo quadrato, diremo *primi coefficienti* (coefficienti di Fourier-Hilbert generalizzati) di $f(x)$ rispetto al sistema associato (1) e (2), i numeri

$$g_n = \int_0^1 f(x)\, \beta_n(x)\, dx,$$

e *secondi coefficienti* di $f(x)$, rispetto allo stesso sistema, i numeri

$$g'_n = \int_0^1 f(x)\, \alpha_n(x)\, dx .$$

Ciò posto, consideriamo la $\varphi(x)$, limite in media di una successione

$$\varphi_m(x) = \sum_{n=1}^m c_n \alpha_n(x), \quad (m = 1, 2, 3, \ldots). \tag{5}$$

Presa una $\beta_q(x)$, si ha

$$\int_0^1 \beta_q^2(x)\, dx = r_q ;$$

si può ora prendere $\bar{m}$ tale che per m maggiore del più grande fra i numeri $\bar{m}$ e q, ε essendo piccolo a piacere, sia:

$$\int_0^1 (\varphi(x) - \varphi_m(x))^2 dx < \frac{\varepsilon^2}{r_q}.$$

(*) C. R. de l'Académie des Sciences de Paris, T. 144, p. 1022.

Si consideri ora

$$t_q = \int_0^1 (\vec{\varphi}(x) - \vec{\varphi}_m(x))\, \beta_q(x)\, dx\,;$$

si ha per la nota disuguaglianza di Schwarz:

$$t_q^2 \leq \int_0^1 (\vec{\varphi}(x) - \vec{\varphi}_m(x))^2\, dx \,.\, \int_0^1 \beta_q^2(x)\, dx < \varepsilon^2,$$

onde

$$| t_q | < \varepsilon\,;$$

ma, per le (3), si ha:

$$t_q = \int_0^1 \vec{\varphi}(x)\, \beta_q(x)\, dx - c_q\,,$$

onde, essendo $\int_0^1 \vec{\varphi}(x) \beta_q(x)\, dx$ e c_q numeri finiti e determinati, essi devono essere uguali; si ha dunque:

$$c_q = \int_0^1 \vec{\varphi}(x)\, \beta_q(x)\, dx\,,\ (q = 1,\ 2,\ 3,\ \ldots)\,. \tag{6}$$

Talchè « per ogni elemento di S_α, i primi coefficienti dell'elemento stesso rispetto alle « (1) e (2) sono i numeri c_1, c_2, ... che figurano nella rispettiva successione (5). »

3. Risulta dalle (6) che se è $\vec{\varphi}(x) = 0$ in tutto l'intervallo (*), è $c_q = 0$, $(q = 1,\ 2,\ \ldots)$; onde: « una successione (5) non può tendere in media a zero se « non ne sono zero tutti i coefficienti, » e conseguentemente « un medesimo elemento « di S_α non può essere limite in media di due diverse successioni (5). » In particolare, « lo zero non può essere rappresentato da uno sviluppo in serie di $\alpha_n(x)$ uniformemente convergente nell'intervallo $0 \ldots 1$. »

4. Lo spazio S_α è lineare. S'intende con ciò che se $\vec{\varphi}(x)$ e $\vec{\psi}(x)$ appartengono ad S_α, vi appartiene $\vec{\varphi}(x) + \vec{\psi}(x)$. Siano infatti rispettivamente

$$\sum_1^m c_n \alpha_n(x) \quad \text{e} \quad \sum_1^m g_n \alpha_n(x)$$

le successioni che convergono in media a $\vec{\varphi}(x)$ ed a $\vec{\psi}(x)$. Preso ε arbitrario, si può assegnare un m_1 tale che per $m > m_1$ sia ad un tempo:

$$\int_0^1 (\vec{\varphi}(x) - \sum_1^m c_n \alpha_n(x))^2\, dx < \varepsilon,\ \int_0^1 (\vec{\psi}(x) - \sum_1^m g_n \alpha_n(x))^2\, dx < \varepsilon\,; \tag{7}$$

(*) S'intende, all'infuori dei punti di un insieme di misura nulla. Non si ripeterà quind'innanzi questa avvertenza.

è allora, per la citata disuguaglianza di Schwarz:

$$(7') \qquad \left| \int_0^1 \left(\varphi(x) - \sum_1^m c_n \alpha_n(x)\right) \left(\psi(x) - \sum_1^m g_n \alpha_n(x)\right) dx \right| < \varepsilon .$$

Considerando ora l'espressione

$$(7'') \qquad \int_0^1 \left(\varphi(x) + \psi(x) - \sum_1^m (c_n + g_n)\, \alpha_n(x)\right)^2 dx ,$$

essa si decompone in tre parti, di cui la prima e la seconda, per la (7), sono inferiori ad ε per $m > m_1$, e la terza è, per la (7'), inferiore a 2ε. La (7'') è dunque, per $m > m_1$, inferiore a 4ε, il che dimostra che la successione

$$\sum_1^m (c_n + g_n)\, \alpha_n(x)$$

converge in media a $\varphi(x) + \psi(x)$.

5. Consideriamo ora una serie della forma

$$(8) \qquad k(x, y) = \sum_1^m \frac{\alpha_n(x)\, \beta_n(y)}{u_n} ,$$

dove le u_n si suppongono scelte in modo da dare alla serie la convergenza uniforme rispetto all'insieme delle due variabili, nel campo $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$. Assumendo la funzione $k(x, y)$ come nucleo di un'operazione integrale

$$(9) \qquad A(f) = \int_0^1 k(x, y)\, f(y)\, dy ,$$

questa è applicabile ad ogni funzione $f(y)$ integrabile insieme al suo quadrato, e per l'operazione A si hanno, come è noto, le seguenti proprietà:

a) Il risultato dell'operazione $A(f)$ è una serie delle forme $\Sigma h_n \alpha_n(x)$, uniformemente convergente nell'intervallo $0 \ldots 1$.

b) Le $\alpha_n(x)$ sono *elementi invarianti* (*Eigenfunktionen*) dell'operazione A, e gli u_n ne sono i rispettivi *numeri invarianti* (*Eigenwerthe*).

c) Se i numeri c_n sono i primi coefficienti (n.° 2) di una funzione $f(x)$, $\frac{c_n}{u_n}$ sono i primi coefficienti della funzione $A(f)$.

d) La A non può avere elementi invarianti diversi dagli $\alpha_n(x)$, astrazione fatta da un fattore costante, nel campo delle funzioni integrabili insieme ai loro quadrati, nè numeri invarianti diversi dagli u_n.

L'operazione A ammette come operazione aggiunta, la

$$\overline{A}(f) = \int_0^1 k(x, y)\, f(x)\, dx ,$$

che gode di proprietà perfettamente analoghe, salvo il cambiamento delle α_n in β_n e dei primi nei secondi coefficienti; i numeri invarianti sono gli stessi u_n.

6. Ora, le stesse proprietà si estendono, senza essenziali modificazioni, a quelle operazioni integrali il cui nucleo $\sigma(x, y)$, anzichè da una serie uniformemente convergente della forma (8), è *limite uniforme in media* di una successione

$$\sum_1^m \frac{\alpha_n(x)\,\beta_n(y)}{u_n}, \quad (m = 1, 2, 3, \ldots), \tag{10}$$

operazioni che contengono come caso particolare quelle del n.° precedente.

Poniamo, all'uopo, la seguente definizione. Una successione di funzioni di due variabili

$$p_1(x, y),\ p_2(x, y),\ \ldots\ p_n(x, y), \ldots \tag{11}$$

integrabili rispetto ad x e ad y insieme ai loro quadrati e per le quali valga l'inversione delle integrazioni nel campo ($0 \leq x \leq 1.\ 0 \leq y \leq 1$), si diranno *convergere in media uniformemente* alla funzione, analogamente integrabile, $\sigma(x, y)$ quando, preso un numero ε positivo piccolo a piacere, esiste un numero $\overline{m}$ tale che per ogni $m > \overline{m}$ e per ogni x dell'intervallo $0 \ldots 1$ sia

$$\int_0^1 (\sigma(x, y) - p_m(x, y))^2\, dy < \varepsilon,$$

e contemporaneamente, per ogni $m > \overline{m}$ ed ogni y dell'intervallo $0 \ldots 1$ sia pure

$$\int_0^1 (\sigma(x, y) - p_m(x, y))^2\, dx < \varepsilon.$$

Si dirà anche che $\sigma(x, y)$ è *limite uniforme in media* della successione (11).

7. Ciò posto, sia $\sigma(x, y)$ limite uniforme in media di una successione della forma (10), e si consideri l'operazione integrale definita da

$$B(f) = \int_0^1 \sigma(x, y)\, f(y)\, dy, \tag{12}$$

la quale è applicabile ad una qualsiasi funzione $f(y)$ integrabile insieme al suo quadrato; indi si prenda in esame l'espressione:

$$\theta_m(x) = \int_0^1 \left(\sigma(x, y) - \sum_1^m \frac{\alpha_n(x)\,\beta_n(y)}{u_n}\right) f(y)\, dy. \tag{13}$$

D'una parte, si ha

$$\theta_m(x) = B(f) - \sum_1^m \frac{c_n\,\alpha_n(x)}{u_n}, \tag{14}$$

essendo c_n i primi coefficienti di $f(y)$; d' altra parte, per la disuguaglianza di Schwarz, è

$$\theta_m^2(x) \leq \int_0^1 \left(\sigma(x, y) - \sum_1^m \frac{\alpha_n(x)\,\beta_n(y)}{u_n}\right)^2 dy \cdot \int_0^1 f^2(y)\,dy\,;$$

onde, per la convergenza uniforme in media della (10), si può, preso un ε piccolo a piacere, trovare un $\overline{m}$ tale che per $m > \overline{m}$, qualunque sia il valore di x nell' intervallo $0 \ldots 1$, si abbia

$$|\,\theta_m(x)\,| < \varepsilon\,.$$

Riferendosi alla (14), questa disuguaglianza esprime che la serie

$$\sum_1^\infty \frac{c_n\,\alpha_n(x)}{u_n}$$

è uniformemente convergente in quell' intervallo, ed ha per somma $B(f)$.

Segue ancora da ciò che essendo c_n i primi coefficienti di f, $\frac{c_n}{u_n}$ sono i corrispondenti primi coefficienti di $B(f)$.

Ne segue ancora che

$$B(\alpha_n) = \frac{\alpha_n(x)}{u_n}\,, \tag{15}$$

onde le α_n sono gli elementi, le u_n i numeri invarianti di B, e si vede facilmente che non ve ne possono essere altri.

Talchè, le proprietà riscontrate per le operazioni A si mantengono inalterate per le B. Nell' ipotesi fatta la B ammette l' operazione aggiunta

$$\overline{B}(f) = \int_0^1 \sigma(x, y)\,f(x)\,dx\,,$$

dotata delle stesse proprietà, mutatis mutandis.

La prima proprietà trovata per l' operazione B si può enunciare nei seguenti termini: ogni funzione che ammette la rappresentazione integrale

$$\int_0^1 \sigma(x, y)\,f(y)\,dy\,,$$

è sviluppabile in serie uniformemente convergente procedente per le $\alpha_n(x)$.

8. Il prodotto di due operazioni B è un' operazione A.

Abbiansi infatti le due funzioni $\sigma(x, y)$, $\tau(x, y)$ che siano « limiti uniformi in media » rispettivamente delle due successioni

$$\sum_1^m \frac{\alpha_n(x)\,\beta_n(y)}{u_n}\,,\quad \sum_1^m \frac{\alpha_n(x)\,\beta_n(y)}{v_n}\,,\quad (m = 1, 2, 3, \ldots);$$

siano B, B_1 le operazioni integrali da esse definite, cioè quelle che ammettono rispettivamente come nucleo la σ e la τ. L'operazione BB_1 sarà l'operazione integrale avente per nucleo la funzione

$$\rho(x, y) = \int_0^1 \sigma(x, t)\,\tau(t, y)\,dt\,.$$

Consideriamo ora l' espressione

$$\delta_m(x, y) = \int_0^1 \left(\sigma(x, t) - \sum_1^m \frac{\alpha_n(x)\,\beta_n(t)}{u_n}\right)\left(\tau(t, y) - \sum_1^m \frac{\alpha_n(t)\,\beta_n(y)}{v_n}\right) dy\,.$$

Si ha, d' una parte, tenuto conto delle (3) e delle relazioni del tipo (15):

$$\delta_m(x, y) = \rho(x, y) - \sum_1^m \frac{\alpha_n(x)\,\beta_n(y)}{u_n v_n};$$

d'altra parte, in seguito all' ipotesi fatta su σ e τ, e mediante applicazione della solita disuguaglianza di Schwarz, preso ε piccolo a piacere, esiste una $\overline{m}$ tale che per $m > \overline{m}$ e per tutte le coppie x, y del campo $(0 \leq x \leq 1,\ 0 \leq y \leq 1)$, si ha:

$$|\,\delta_m(x, y)\,| < \varepsilon\,.$$

Ciò esprime che la serie

$$\sum_1^\infty \frac{\alpha_n(x)\,\beta_n(y)}{u_n v_n}$$

è convergente uniformente nell'indicato campo di valori di x e di y, ed ha per somma $\rho(x, y)$; la proposizione enunciata è così dimostrata.

9. Dal teorema precedente risulta ancora che la serie

$$\sum_1^\infty \frac{\alpha_n(x)\,\beta_n(x)}{u_n v_n}$$

è convergente uniformemente nell' intervallo $0 \leq x \leq 1$; integrando dunque rispetto ad x fra 0 ed 1, e tenuto conto delle (3), ne viene dimostrata la convergenza della serie

$$\sum_1^\infty \frac{1}{u_n v_n}\,.$$

In particolare, se le $\sum_1^m \frac{\alpha_n(x)\,\beta_n(y)}{u_n}$, $(m = 1, 2, \ldots)$, convergono uniformemente in media, la serie degli inversi dei quadrati di u_n è convergente.

10. L' operazione B è degenere se esiste qualche elemento $\theta(x)$ (integrabile insieme al suo quadrato) tale che sia $B(\theta) = 0$; θ si dice allora *radice* di B. I procedimenti

di dimostrazione usati in ciò che precede valgono a dimostrare che se θ è radice di B, essa è ortogonale a tutti gli elementi $\beta_n(x)$, e reciprocamente (Cfr. E. Schmidt., Inauguraldiss., § 9).

11. Le operazioni A, considerate al n.° 5, costituiscono manifestamente un gruppo (*gruppo infinito* nella terminologia di Lie); un' operazione del gruppo è determinata dal sistema dei corrispondenti numeri $u_1, u_2, \ldots$ e si dirà *appartenere* alla successione (u_n). Le operazioni B, considerate al n.° 7, formano del pari un gruppo, di cui il gruppo delle A è sottogruppo; anche le B sono determinate dalla successione (u_n) cui appartengono. Il gruppo G delle B è commutabile; infatti, dal procedimento stesso del n.° 8, risulta che

$$\int_0^1 \tau(x, t)\, \sigma(t, y)\, dt = \sum_1^\infty \frac{\alpha_n(x)\, \beta_n(y)}{u_n v_n} = \int_0^1 \sigma(x, t)\, \tau(t, y)\, dt .$$

Se B_u appartiene ad (u_n) e B_v a (v_n), $B_u B_v$ è un' operazione A ed appartiene ad $(u_n v_n)$.

12. Se al gruppo G appartiene un' operazione B, è facile vedere che l'operazione inversa non può appartenere al gruppo stesso. Infatti sia (u_n) la successione cui appartiene B; per il n.° 9 la $\Sigma \frac{1}{u_n^2}$ è convergente: ora, se B^{-1} facesse parte del gruppo G, la successione cui essa appartiene essendo $\left(\frac{1}{u_n}\right)$, sarebbe convergente la Σu_n^2: risultato manifestamente contradditorio. Una analoga osservazione permette di concludere che al gruppo G non appartiene l' operazione identica.

13. Nasce da ciò la domanda se il gruppo G appartenga ad un gruppo più esteso, in cui si trovi, insieme coll' operazione identica, l' inversa di ogni operazione B.

Definiamo all' uopo, data una successione arbitraria di numeri (u_n), come *operazione* C_u *appartenente ad* (u_n), una operazione distributiva tale che, se $f(x)$ ha per primi coefficienti c_n, $C_u(f)$ abbia per primi coefficienti $\frac{c_n}{u_n}$; in altri termini, posto

$$C_u(f) = \varphi(x),$$

sia

$$\int_0^1 \varphi(x)\, \beta_n(x)\, dx = \frac{1}{u_n} \int_0^1 f(x)\, \beta_n(x)\, dx . \tag{16}$$

L' operazione così definita è applicabile:

a) ad ogni elemento di S_α composto di un numero finito di termini

$$C_u\left(\sum_1^p c_n \alpha_n(x)\right) = \sum_1^p \frac{c_n}{u_n} \alpha(x);$$

b) ad ogni elemento $f(x)$ per il quale esista una $\varphi(x)$ soluzione del sistema (16). Questi elementi $f(x)$ costituiscono uno spazio S_u, evidentemente lineare, che è lo spazio di applicazione della C_u; S_u comprende per lo meno gli elementi di S_α ad un numero finito di termini.

La determinazione della C_u, nel suo spazio di applicazione, è unica se non esistono elementi ortogonali a tutte le $\beta_n(x)$, cioè se le operazioni del gruppo G non sono degeneri (n.° 10).

Per definizione, si ha

$$C_u(\alpha_n(x)) = \frac{\alpha_n(x)}{u_n};$$

la C_u ammette dunque le $\alpha_n(x)$ come elementi invarianti, gli u_n come rispettivi numeri invarianti.

14. Siano date due operazioni C_u, C_v appartenenti alle successioni (u_n), (v_n), di cui S_u, S_v siano i rispettivi spazi d'applicazione; essendo C_{uv} l'operazione appartenente ad $(u_n v_n)$, S_{uv} il suo spazio d'applicazioni, sia $f(x)$ un elemento preso nello spazio comune ad S_u, S_{uv}. La $C_u(f)$ apparterrà allora ad S_v; pertanto, la $C_v C_u$ (f) avrà senso, e sarà $C_{vu}(f) = C_{uv}(f)$.

Ne viene che le C_u costituiscono un gruppo; inoltre, per le f appartenenti allo spazio comune ad S_u, S_v ed S_{uv}, le C_u, C_v sono permutabili.

Indicando con $\bar{G}$ il gruppo delle C_u, $\bar{G}$ è, nel senso del Lie, un gruppo infinito; le $u_1, u_2, \ldots u_n, \ldots$ ne sono i parametri. Per sistemi di (u_n) soddisfacenti a speciali relazioni di disuguaglianza si ottiene il sottogruppo G in $\bar{G}$; per relazioni di disuguaglianza più restrittive, si ottiene il sottogruppo di G formato dalle operazione A.

Al gruppo $\bar{G}$ appartiene l'operazione unità, e l'inversa di ogni sua operazione.

15. Se nel gruppo $\bar{G}$ esiste effettivamente un'operazione del tipo B, cioè se esiste una successione

$$\sum_1^m \frac{\alpha_n(x)\,\beta_n(y)}{u_n}, \quad (m = 1, 2, 3, \ldots)$$

(in cui le $\frac{1}{u_n}$ non siano nulle da un posto in poi) che sia uniformemente convergente in media, di queste operazioni ne esisteranno infinite ed esisteranno quindi anche infinite operazioni A. Questo è sempre il caso se ciascuna delle $\alpha_n(x)$ e $\beta_n(y)$ è limitata nell'intervallo $0 \ldots 1$. In quest'ultimo caso, data una successione qualunque (u_n), si potrà sempre determinare una successione (v_n) tale che le serie

$$\sum_1^\infty \frac{\alpha_n(x)\,\beta_n(y)}{u_n v_n}, \quad \sum_1^\infty \frac{\alpha_n(x)\,\beta_n(y)}{v_n}$$

siano uniformemente convergenti. Esse saranno pertanto i nuclei di due operazioni inte-

grali del tipo A, A_{uv}, A_v, appartenenti rispettivamente alle successioni $(u_u v_n)$, (v_n). Per ogni elemento dello spazio $S_{\frac{1}{v}}$ di applicazione della A_v^{-1} si avrà allora

$$C_u = A_{uv} \cdot A_v^{-1};$$

S_u è pertanto compreso in $S_{\frac{1}{v}}^{1}$.

Talchè, mentre le operazioni del gruppo $\overline{G}$ che abbiamo ora considerato non sono operazioni integrali se non sotto speciali condizioni per i corrispondenti parametri (u_n), esse si possono però sempre porre sotto forma di prodotto di un' operazione integrale per l' inversa di un' altra operazione integrale.

SUL CONTEGNO

DI

ALCUNE SOSTANZE ORGANICHE NEI VEGETALI

V. MEMORIA

DI

GIACOMO CIAMICIAN E CIRO RAVENNA

(letta nell' adunanza ordinaria del 24 Marzo 1912).

Nella nostra IV Memoria (1) sopra questo argomento furono descritte alcune esperienze che avevano lo scopo di studiare il contegno di certe sostanze azotate e non azotate inoculate nel tabacco e di stabilire quale eventuale effetto fosse causato dalla lesione praticata nel fusto per l' introduzione della sostanza. Risultò che tutti i composti azotati sperimentati (asparagina, piridina, ammoniaca) determinano un notevole aumento nella quantità totale di alcaloidi che raggiunge il massimo valore coll' asparagina ; inoltre la lesione del fusto produce per se stessa un aumento degli alcaloidi. Infine, delle due sostanze non azotate prese in esame, glucosio ed acido ftalico, la prima fece accrescere il contenuto in alcaloidi mentre dalle piante inoculate colla seconda, se ne estrasse una quantità presso a poco uguale a quella dei testimoni ; tenendo però conto dell' effetto prodotto dalla lesione, si poteva ritenere che l' acido ftalico avesse determinato una diminuzione della nicotina. Era perciò necessario sperimentare il contegno, nel tabacco, di altri corpi aromatici non azotati. Appariva inoltre interessante studiare l' effetto prodotto da sostanze azotate anche in piante non alcaloidiche.

Data la troppa grande quantità di materiale da elaborarsi per queste esperienze, le prime operazioni di estrazione delle piante, furono eseguite, anche questa volta, presso la Ditta Carlo Erba di Milano. Ci è grato esprimere la nostra più viva riconoscenza alla Casa Erba, al suo Procuratore Dott. Giovanni Morselli ed al Dott. Raffaele Pajetta, che con amore e perizia diresse le operazioni che gli avevamo affidate.

Allo stabilimento Erba venne preparato, dalle piante che avevano subito i singoli trattamenti, un estratto con acido tartarico il quale, dopo concentrazione a piccolo volume, venne preso in lavorazione da noi.

---

(1) Memorie della R. Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna, serie VI, Tomo VIII, pag. 47 (1910-11). Vedasi anche : Rendiconti della R. Accademia dei Lincei XX, 1, 614 (1911).

I.

Contegno di alcune sostanze aromatiche nel tabacco.

Le sostanze impiegate per queste esperienze furono: l' acido salicilico, l' acido benzoico e l' idrochinone. Di più, sopra alcune piante si praticò la sola lesione allo scopo di confermare l' osservazione fatta l' anno scorso; altre piante, finalmente, che non subirono alcun trattamento, avevano l' ufficio di testimoni.

Acido salicilico. — Questa sostanza venne adoperata allo stato di sale sodico, che fu inoculato in 9 piante nei giorni 29 luglio, 11 e 20 agosto, 5 e 15 settembre, nella quantità totale di gr. 48. Le piante furono tolte dal terreno il 3 ottobre e pesavano, al momento della raccolta, Kg. 16,6. L' estratto tartarico di esse, giuntoci da Milano, venne quasi completamente neutralizzato con soda quindi trattato con un eccesso di magnesia e distillato in corrente di vapore raccogliendo le basi volatili nell' acido cloridrico. Il liquido acido fu svaporato a secco nel vuoto ed il residuo, sciolto in acqua, venne nuovamente, a scopo di una ulteriore purificazione, distillato col vapore, in presenza di magnesia, su acido cloridrico. Per evaporazione nel vuoto del liquido ottenuto colla distillazione si ebbe una massa cristallina che seccata a 100° in stufa di Gay-Lussac pesava gr. 52,5 corrispondenti a 3,16 per mille delle piante impiegate. I cloridrati greggi vennero quindi estratti a ricadere con alcool assoluto per separare il cloruro ammonico. L' estratto alcoolico risultante, seccato a 100°, pesava gr. 29,0 corrispondenti a 1,74 per mille delle piante.

Acido benzoico. — Si adoperò anche questa sostanza allo stato del sale sodico. Furono prescelte 9 piante che subirono 5 inoculazioni negli stessi giorni delle precedenti, nella quantità totale di gr. 58. Anch' esse vennero raccolte il 3 ottobre e pesavano, complessivamente, Kg. 21,4. Operando nel modo precedentemente descritto si ricavarono gr. 84 di cloridrati greggi corrispondenti al 3,92 per mille delle piante impiegate e gr. 53,0 di cloridrati liberati dal cloruro ammoniaco pari al 2,47 per mille.

Idrochinone. — Le inoculazioni con questo corpo furono eseguite sopra 10 piante alle quali si somministrarono 75 grammi di sostanza negli stessi giorni delle esperienze precedenti. Pesavano, al momento della raccolta, Kg. 30,8. Esse fornirono gr. 79 di cloridrati greggi; corrispondenti al 2,56 per mille e gr. 51,5 di cloridrati puri corrispondenti a 1,67 per mille.

Piante lesionate. — Nel fusto di 5 piante di tabacco si praticò un' apertura rettangolare simile a quella che, nelle altre, serviva per l' introduzione della sostanza. La parte staccata si rimetteva quindi in posto e si chiudevano le commessure con paraffina. La detta lesione fu eseguita il 29 luglio, giorno in cui si fece la prima inoculazione nelle altre piante. I soggetti lesionati vennero anch' essi prelevati il 3 ottobre e pesavano complessivamente Kg. 16,8. Si ottennero gr. 88,0 di cloridrati

greggi e gr. 40,0 di cloridrati puri corrispondenti, rispettivamente, al 5,24 e 2,38 per mille.

Piante testimoni. — Per le prove di confronto abbiamo prescelto 5 piante che, raccolte il 3 ottobre pesavano Kg. 17,4. I cloridrati totali da esse ottenuti pesavano gr. 48,0 pari al 2,75 per mille. Per estrazione con alcool assoluto se ne ottennero gr. 33,0 corisponidenti a 1,89 per mille.

RIASSUNTO

Nel quadro seguente riportiamo, riuniti, i numeri risultanti dalle esperienze ora descritte.

Trattamento	Numero delle piante	Peso delle piante	Cloridrati col cloruro ammonico	Cloridrati liberati dal cloruro ammonico
Acido salicilico	9	Kg. 16,6	gr. 52,5 pari al 3,16 ‰	gr. 29,0 pari al 1,74 ‰
Acido benzoico	9	» 21,4	» 84,0 » 3,92 »	» 53,0 » 2,47 »
Idrochinone. .	10	» 30,8	» 79,0 » 2,56 »	» 51,5 » 1,67 »
Piante lesionate	5	» 16.8	» 88,0 » 5,24 »	» 40,0 » 2,38 »
Pante testimoni	5	» 17,4	» 48,0 » 2,75 »	» 33,0 » 1,89 »

Dall' esame dei numeri che esprimono le quantità dei cloridrati liberati dal cloruro ammonico riferite a mille parti di piante fresche, si osserva innanzi tutto che, in conformità col risultato ottenuto lo scorso anno, la lesione ha determinato, nella stessa misura, un aumento nella quantità totale di alcaloidi. Ed infatti, mentre nelle esperienze precedenti, il rapporto fra il contenuto in alcaloidi delle piante testimoni e delle lesionate era di 1 : 1,27, nelle attuali è di 1 : 1,26. I risultati ottenuti in questa serie di esperienze sono però perfettamente comparabili con quelle dell' altr' anno.

In secondo luogo risulta che l' acido salicilico e l' idrochinone hanno causato una diminuzione di alcaloidi non soltanto rispetto alle piante lesionate ma anche, in lieve misura, di fronte ai testimoni. L' acido benzoico non ha prodotto invece effetto alcuno poichè il contenuto in alcaloidi delle piante inoculate con detto corpo è presso a poco uguale a quello delle piante lesionate. Il risultato delle esperienze attuali, per quanto riguarda l' acido salicilico e l' idrochinone è però conforme a quello ottenuto l' anno scorso coll' acido ftalico, il quale produsse del pari una diminuzione, almeno rispetto alle piante lesionate. Nelle esperienze di quest' anno, la diminuzione si manifesta, seb-

bene con non grande rilievo, anche rispetto alle piante testimoni; ma non per tutte le sostanze inoculate: l' acido benzoico, come s' è detto, non ha prodotto nessun effetto.

Apparisce dunque che non tutte le sostanze aromatiche influiscono nello stesso modo, nè allo stesso grado perchè l' azione più efficace la si ebbe con l' idrochinone. Per ora ogni conclusione in proposito sarebbe prematura, ma crediamo che la questione dell' influenza dei corpi aromatici sulla produzione degli alcaloidi nel tabacco, meriti uno studio ulterriore.

II.

Contegno dell' asparagina nel mais.

L' effetto prodotto sul tabacco dall' asparagina, da noi osservato l' anno scorso, ci indusse a studiare il contegno di questo corpo sopra una pianta non alcaloidica per vedere se l' inoculazione di sostanze fortemente azotate potesse determinare la formazione di alcaloidi volatili, tanto più che secondo le note esperienze di Pictet (1) si ritroverebbero in piccolissima quantità basi pirrolidiniche anche in piante non alcaloidiche.

Abbiamo prescelto il mais. L' asparagina venne inoculata nella quantità totale di gr. 86,0 nei giorni 4, 17 e 27 luglio in 10 piante che, tolte dal terreno il 10 agosto, pesavano Kg. 7,5. Altre 10 piante che avevano l' ufficio di testimoni furono prelevate del pari il 10 agosto e pesavano Kg. 7,8.

Poichè il nostro scopo era di ricercare se l' asparagina avesse determinato nel mais la formazione di alcaloidi, i soggetti in esame vennero inviati allo Stabilimento Erba per la preparazione dei relativi estratti con acido tartarico diluito. Questi, convenientemente concentrati, furono presi in lavorazione da noi.

Gli estratti tartarici vennero quasi completamente neutralizzati con potassa quindi trattati con eccesso di magnesia e sottoposti alla distillazione in corrente di vapore raccogliendo i distillati su acido cloridrico. I liquidi ottenuti furono evaporati a secco nel vuoto ed estratti, dopo essicamento a 100°, con alcool, assoluto.

Inoculate. — L' estratto alcoolico, seccato a 100° era costituito da una massa cristallina del peso di gr. 1,5. I cristalli vennero sciolti in poca acqua e dalla soluzione ottenuta, per trattamento con cloruro d' oro, si separarono, col riposo, dei grossi cristalli di cloroaurato ammonico misti a dei cristalli a forma di spine di pesce. Questi ultimi, separati meccanicamente dai primi, fondevano a 248°. In causa della piccola quantità di essi, non fu possibile farne l' analisi.

Testimoni. — L' estratto alcoolico ottenuto dalle piante testimoni pesava gr. 0,75. Anche da esso si ottennero, col procedimento ora descritto, dei cristalli a forma di spine di pesce, simili ai precedenti, ma che non poterono essere identificati in causa della loro quantità esigua.

---

(1) A. Pictet e G. Court: Berichte XL,3,3771 (1907).

Questa esperienza dimostra che nel mais l' inoculazione dell' asparagina non produce in modo evidente la formazione di alcaloidi volatili. Riguardo alla base il cui cloroaurato fonde a 148° e che fu ritrovato anche nelle piante testimoni, non è improbabile che esso sia identico a quello che, come descriveremo nella III parte di questa Memoria, abbiamo riscontrato nelle piante di patata.

III.

Appendice sugli alcaloidi volatili delle piante di patata.

Nelle nostre precedenti ricerche abbiamo potuto stabilire che nel tabacco è contenuta una base più volatile della nicotina che fu identificata per isoamilamina e che dalle dature si può ottenere un alcaloide volatile la cui natura non fu stabilita con certezza, ma che è probabilmente identico alla tetrametilendiamina (putrescina) (1). Abbiamo perciò voluto ricercare se in qualche altra pianta alcaloidica si trovassero basi volatili analoghe. Fu, a tal fine, prescelta la patata.

L' esperienza si eseguì sopra Kg. 110 della parte aerea della pianta di cui fu preparato un estratto con acido tartarico allo Stabilimento Erba. La soluzione concentrata fu da noi anzitutto quasi neutralizzata con soda quindi trattata con eccesso di magnesia e distillata col vapore su acido cloridrico. Il liquido acido venne evaporato a secco nel vuoto ed il residuo, seccato a 100°, fu estratto con alcool assoluto per eliminare i sali ammonici. L' estratto alcoolico, sciolto in poca acqua, per trattamento con cloruro d' oro diede un precipitato che, purificato dall' acido cloridrico diluito, si presentò in cristalli a forma di spine di pesce fondenti a 248°. Le analisi diedero numeri corrispondenti, con una certa approssimazione, al cloroaurato di una base della formula più semplice C_3H_9N.

I. - Gr. 0,2450 di sostanza diedero gr. 0,0878 di CO_2 e gr. 0,0622 di H_2O.
Gr. 0,0970 di sostanza diedero gr. 0,0474 di Au.
II. - Gr. 0,1132 di sostanza diedero gr. 0,0396 di CO_2 e gr. 0,0294 di H_2O.

In 100 parti

Calcolato per $C_3H_9N \cdot HAuCl_4$		Trovato	
		I.	II.
C	9,02	9,77	9,54
H	2,50	2,84	2,88
Au	49,42	48,86	—

(1) Vedansi i lavori citati ed inoltre: Sul contegno di alcune sostanze organiche nei vegetali, III Memoria, Memorie della R. Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna, serie VI, tomo VII, pag. 143 (1909-10).

Per avere maggiori indizi circa l' identità della base in parola, abbiamo cercato di confrontarne il cloroaurato coi corrispondenti sali di propil- ed isopropilamina. Il cluroaurato di propilamina però è solubilissimo tanto che dalla soluzione del suo cloridrato non si potè ottenerlo per trattamento con cloruro d' oro neppure dopo concentrazione ; quello di isopropilamina è anch' esso molto solubile, ma si separò col riposo in cristalli fondenti a 75°.

Poichè la base da noi ottenuta dalle patate non è dunque nè propil- nè isopropilamina, si potrebbe supporre che la sua formula fosse più complessa cioè quella di una base diaminica

$$C_6H_{16}N_2 \text{ oppure } C_7H_{18}N_2$$

i cui cluroaurati non hanno, naturalmente, una composizione molto differente da quella del cloroaurato di propilamina :

	Calcolato per	
$C_6H_{16}N_2(HAuCl_4)_2$		$C_7H_{18}N_2(HAuCl_4)_2$
C	9,04	10,36
H	2,26	2,47
Au	49,54	48,69

La questione resta però a risolversi ; si può dire peraltro che queste basi potrebbero essere gli omologhi della tetrametilendiamina che, come s' è detto, è probabilmente contenuta in altre piante. Non è improbabile che la base da noi riscontrata nelle patate sia la stessa che si ebbe in piccolissime traccie dal mais il cui cloroaurato, come s' è visto più sopra, fonde pure a 248°.

Le acque madri dalle quali fu separato il precedente cloroaurato vennero concentrate. Per raffreddamento si separarono dei grandi cristalli tabulari che, posti nel vuoto, sfiorivano e che fondevano, deacquificati, a 235°. Questi cristalli sono, con ogni probabilità, costituiti dal cloroaurato di isoamilamina di cui è identica la forma cristallina ed il cui punto di fusione è 251°. La piccola quantità di essi non ci ha permesso di purificarli ulteriormente e di stabilirne con sicurezza l' identità.

Esprimiamo infine i nostri sentiti ringraziamenti al Dott. Gaetano Bosinelli per l' efficace aiuto che ci prestò in queste esperienze.

INTORNO ALLA STENOSI DELLA PRIMA PORZIONE DELL' INTESTINO DIGIUNO

NOTA CLINICA

DEL

Prof. Comm. GIUSEPPE RUGGI

DIRETTORE DELLA CLINICA CHIRURGICA DI BOLOGNA

(letta nella Sessione del 14 Gennaio 1912).

(CON FIGURA NEL TESTO)

Signori,

Nel pratico esercizio è assai facile imbattersi in stenosi del cardias, del piloro o del duodeno, apportate da condizioni anatomo-patologiche le più svariate. Sono esse la conseguenza ora di agenti chimici, per errore od a scopo suicida ingoiati; ora di processi infiammatori cronici di natura tossica od infettiva; ora di lesioni trofiche di assai difficile interpretazione; ed ora infine la risultanza meccanica di neoplasmi di diversa natura, assai spesso maligni.

Lo stesso possiamo dire rispetto alle parti medie ed inferiori del tubo enterico, dove, o per infiammazioni acute o croniche come nel caso dell'appendicite, o per fatti neoplastici, tanto facili a riscontrarsi in ispecie nel colon intestino, si possono osservare e di conseguenza curare, lesioni molteplici, stenosanti spesso il lume intestinale.

Più rare invece sono le stenosi della prima porzioni dell'intestino digiuno, intorno alle quali desidero in oggi intrattenervi. Mi sospinge a ciò l'opportunità avuta di osservare e curare due casi clinici che, a mio parere, meritano la vostra benevole attenzione.

Le stenosi del cardias hanno una sintomatologia subbiettiva ed obbiettiva così evidente che non è possibile cadere in un errore diagnostico. Ma non è altrettanto facile dire lo stesso rispetto al piloro, al duodeno e più ancora, come vedremo, rispetto alla prima porzione del digiuno.

Io mi interesso qui di preferenza dei dati subbiettivi e obbiettivi più comuni, come quelli che sono alla portata di tutti, convinto per di più che di fronte a casi molto gravi, non sarà sempre possibile e talvolta neppure prudente, ricorrere a quella congerie di mezzi oggi usati per l'esame del tubo gastro-intestinale, quali, la dilatazione gassosa meccanica o chimica dello stomaco, il pasto di prova, la radioscopia e la radiografia coadiuvata dalla introduzione della pappa bismutata e via dicendo.

La storia del malato, relativa alle cagioni ed ai sintomi del morbo, è per certo di sommo valore, bastando da sola talvolta a stabilire la diagnosi.

Il sapere ad esempio che l'infermo, in un determinato periodo della vita, ingoiò un acido od un alcali potente, potrà condurci a stabilire la diagnosi di natura ed anche di sede delle lesioni residuate. Questo in ispecie se l'infermo non potrà deglutire con facilità e la sonda esploratrice non potrà senza intoppi scendere nello stomaco.

In questi giorni ho avuto a curare una delle tante disgraziate donne le quali, ora più che per lo passato, attentano ai loro giorni, ingoiando sostanze venefiche. In questa infelice, come già vidi in altre, stante la rapidità di passaggio del veleno micidiale, (acido solforico) non si ebbero lesioni gravi, nè della bocca, nè del faringe, nè dell'esofago. I sintomi accusati dall'inferma erano tutti per una lesione del piloro; ed, all'atto operatorio, le condizioni pressuposte trovammo.

Il dolore localizzato, e più ancora, il periodo nel quale questo insorge, può esserci di grande insegnamento per stabilire la sede del morbo. Se il dolore insorge al momento o poco dopo l'ingestione dei cibi si può essere quasi certi che il male risiede nello stomaco; se dopo 2 o 3 ore e più, ed in rapporto diretto colla quantità e qualità dei cibi e delle bevande introdotte, si può con molta probabilità asserire che è malato il piloro od il duodeno. Nel caso del duodeno, la localizzazione del dolore che si è voluto stabilire come costante al disotto dell'arco costale lungo il prolungamento dall'emiclaveare o della para-sternale dello stesso lato, non è cosa per certo esatta.

Difatti nel caso di ulceri del duodeno, alle quali possono tener dietro la stenosi, il dolore può presentarsi in punti diversi, talvolta assai lontani dalla localizzazione stessa del processo morboso; e ciò in vista delle molteplici diramazioni nervose che costituiscono quivi uno dei plessi più complicati del nostro organismo.

La conoscenza anamnestica della vita disordinata avuta dal soggetto, rispetto in ispecie ai cibi ed alle bevande; le pirrosi lungamente sofferte ed i ripetuti vomiti sono prova di grande giovamento per la diagnosi e localizzazione del processo morboso.

Rispetto ai vomiti, oltre alla loro frequenza ed al periodo nel quale insorgono, è di sommo valore il conoscere la qualità del materiale vomitato. Giova vedere anzi tutto se il vomito è costituito dai cibi ingeriti, e se questi hanno subito modificazioni importanti, a seconda della loro qualità.

Così sarà bene il vedere se il materiale vomitato contiene sangue; e se questo uscì pure per la via intestinale, durante le defecazioni.

Finalmente un dato di molto valore relativo al materiale vomitato, si ritiene da tutti che sia quello di contenere o no della bile.

In generale si crede che nelle stenosi del piloro non vi debba essere bile nelle sostanze vomitate. La qual cosa parrebbe evidente se si pensa che, ammessa la ristrettezza della comunicazione fra stomaco e duodeno la secrezione biliare debba trovare più facile passaggio in basso cioè nell'intestino anzi che verso l'alto, quindi nello stomaco. Lo stesso dicasi per quelle lesioni svariatissine che possono insorgere nel tratto di duodeno posto al disopra della papilla del Vater.

Sono queste le così dette *stenosi soprapapillari* nelle quali si ritiene caratteristica costante, come nelle stenosi del piloro, la mancanza di bile nel materiale vomitato.

A tale proposito dirò che il vomito biliare è abbondante in tutti i casi d'insufficienza pilorica la quale può essere ancora di natura nervosa, mentre d'altra parte è assai difficile a verificarsi nei soggetti a piloro normale o spasmodicamente contratto.

Ma nelle *stenosi papillari o sotto papillari* essendo il rinserramento dell'intestino posto più in basso dello sbocco del coledoco nell'intestino stesso, si comprende che la bile possa con maggiore facilitàa scendere nello stomaco ed essere così abbondantemente emessa durante i vomiti.

Tale fatto è a credersi che dovesse avvenire ed in realtà spesso avviene nei casi di chiusura dell'intestino posta in un punto assai basso. Certo poi nelle stenosi del primo tratto del digiuno, essendo il meccanismo da considerarsi pressochè eguale a quello proprio alle stenosi intrapapillari del duodeno, il vomito biliare dovrebbe considerarsi un fatto costante e patognomonico di simile infermità

Ora il caso che sono per narrare faceva eccezione a questa regola ritenuta costante per guisa che la diagnosi non riuscì esatta, rispetto alla localizzazione del processo morboso

Primo Caso. — S. A. d'anni 42, di Bologna, calzolaio, entrava nella Clinica da me diretta, il 15 Giugno 1910. Era ammalato da oltre 4 anni; ed ultimamente era stato ricoverato nella Clinica Medica, dalla quale avere fatto passaggio a quella chirurgica. La malattia cominciata con piccoli dolori al quadrante inferiore sinistro, interessò ben presto tutto il ventre. L'ammalato aveva contemporaneamente senso di peso allo stomaco e bruciore, nonchè stitichezza estrema. Il vomito insorse ben presto, in ispecie allorchè l'infermo mangiava più dell'usato. Era da prima puramente alimentare e compariva poco dopo l'ingestione; aveva sempre acidismo. Tale stato di cose, con periodi di tregua, durò fino all'Aprile 1910. Da allora il vomito si fece più frequente, fino a che nell'ultimo mese avveniva giornalmente ed infine ad ogni ingestione di cibo o di liquido. Notevole era il fatto che l'ammalato vomitava talvolta delle quantità di liquido molto maggiori di quelle introdotte. Nel vomito mai fu trovato ne sangue nè bile. Le feci pure, a dire dell'infermo, furono sempre di colorito normale. Non aveva avuto mai malattie degne di nota, non malattie veneree o sifilitiche.

Il dimagrimento erasi fatto in poco tempo considerevolissimo: infatti mentre nello stato di salute pesava Kg. 75, al suo ingresso nella Clinica chirurgica ne pesa 39.

Non smodato bevitore nè mangiatore, aveva con parsimonia fumato sigari. Nulla nel gentilizio. Uomo di costituzione scheletrica regolare, era nell'aspetto e nella denutrizione subita con tanta rapidità, il prototipo del distrofismo più evidente. Il panicolo adiposo era ovunque scomparso, i muscoli erano flaccidi: la spossatezza estrema; la voce fiacca e manchevole. L'addome fortemente incavata a barca, nulla di notevole mostrava all'ispezione: non bozze, non circolo venoso sottocutaneo.

Alla palpazione si constatava una difesa muscolare fortissima. La palpazione lieve, superficiale era negativa; la profonda provocava nella metà sinistra dell'addome all'epigastrio e regione periombellicale vivo dolore; alla percussione non si aveva dati che accennassero a quell'ingrandimento dell'area gastrica che l'anamnesi avrebbe fatto pensare.

Il fegato era nei limiti normali, la milza piccola. Polmoni e cuore sani: normali le urine.

Viste le condizioni gravissime del soggetto, il giorno dopo il suo ingresso in Clinica, si passò senz'altro all'operazione. Ciò avvenne il 16 Gennaio 1910, e la diagnosi fu di stenosi del piloro.

Non feci uso di cloroformio, nè di altro anestetico: ciò a cagione dello stato generale del soggetto. Feci precedere solo una iniezione di 1 centigr. di morfina.

Colla laparotomia mediana sopra ombellicale, rinvenni lo stomaco in condizioni normali, esplorando alla sinistra molto al disotto di esso avvertii profondamente l'esistenza di una massa irregolarmente sferica formata dalla prima porzione dell'intestino digiuno profondamente modificata. Anche le glandole del mesenterio corrispondente erano compromesse dal processo patologico che, sorto nell'intestino, a quelle si era esteso. Tali modificazioni dell'intestino tenue rimontavano fino a tre dita trasverse dal legamento di Treitz, ed in basso scendevano per oltre 50 centimetri.

Che dovevo fare io in tal caso? Non mi restava che togliere senz'altro tutta la parte ammalata e tentare l'entero-anastomosi del tratto distale col prossimale.

Il decorso post-operatorio fu ottimo. La temperatura raggiunse appena i 37°,2 la sera della stessa giornata dell'operazione. Per estinguere la forte sete e rimediare all'esaurimento, feci praticare l'ipodermoclisi, l'enteroclisi e clisteri nutrienti. In seconda giornata concessi latte sterilizzato. Le condizioni generali migliorano rapidamente. In tredicesima giornata si ebbe l'emissione del bottone di Murphy.

Il malato lasciò la Clinica guarito il 13 Luglio 1910, cioè dopo 28 giorni dall'atto operatorio. La sua nutrizione si era con tanta rapidità manifestata che, da 39 Kg. di peso era asceso a 55 Kg., acquistando quindi in così breve tempo 16 Kg.

Come risulta dalla storia testè riportata, la diagnosi di localizzazione del processo morboso non fu da me e da coloro che mi precedettero nello studio dell'ammalato giustamente indicata. Tale errore, logico, come già dissi, trova la sua spiegazione nel fatto che il materiale vomitato non conteneva giammai della bile, sebbene il fenomeno vomito si ripetesse più volte in ispecie negli ultimi giorni, essendo il materiale emesso per di più copiosissimo.

Ma questo caso clinico, per il già detto, assai importante, risulta ancora importantissimo per la tecnica usata, dopo l'ampia demolizione eseguita.

Tale tecnica fu resa difficile dalla brevità del tratto prossimale dell'intestino da innestarsi nella porzione distale. Ciò avvenne per il fatto che il processo morboso aveva invaso l'intestino digiuno nel suo tratto superiore fino in prossimità del legamento di Treit che segna la distinzione fra il predetto intestino ed il duodeno.

Dopo varii tentativi fatti per trovare modo di affrontare con una sutura termino-terminale, i due segmenti d'intestino, vidi che l'unico mezzo da applicarsi in tal caso era il bottone di Murphy. Sebbene io non sia molto partigiano di questo meccanismo, che talvolta mi si mostrò infido e non di sicurezza certa, quale si può avere da una buona sutura eseguita con seta, bisogna confessi che in tal caso esso corrispose mirabilmente allo scopo voluto colla sua applicazione.

Ora esaminando il pezzo patologico asportato troveremo quanto esso sia oltremodo interessante.

Esso infatti dimostra anzi tutto la gravità delle lesioni risultanti dalle modificazioni grossolane avvenute nella prima porzione del digiuno, conseguenza di un processo circoscritto d'infezione bacillare (Vedi Fig. lett. b). Alle parti ingrossate ed ispessite in conseguenza della accennata infiammazione specifica, si vede associata la struttura del lume intestinale che si nota oltremodo ristretta, da rendere difficoltoso il passaggio del materiale intestinale. Anche il mesenterio si mostra ispessito e arrossato; e, le glandole in esso racchiuse, si vedono ipertrofiche pel trapiantato processo infettivo (Vedi Fig. lett. c).

Come dissi il lume dell'intestino mostrasi assai ristretto; e tale strettura (ridotto a pochi millimetri di diametro), rende difficile lo spiegare come non vi fosse bile nelle sostanze emesse coi vomiti che insistentemente tormentarono il povero paziente.

Ma oltre a questa stenosi una seconda si vede sotto la prima, apportata più che altro dall'angolare ripiegatura dell'intestino (Vedi Fig. lett. d). Tale curvatura era originata da adesioni peritoneali, conseguenza del cronico processo infiammatorio.

Gli esami, tanto microscopico che bacteriologico del pezzo asportato, non hanno lasciato dubbi sulla natura del processo morboso. Non pertanto risultò interessante il fatto della circoscrizione delle lesioni, tanto gravi però da minacciare l'esistenza di questo soggetto chè, pochi giorni d'indugio nell'azione, l'avrebbero perduto definitivamente. A tale circoscrizione si deve ancora lo splendido e sollecito risultato curativo ottenutosi.

L'infermo che prima d'ammalare era ben nutrito; e che come fu già detto nella storia, allorchè entrò in Clinica pesava 39 Kg.; dopo l'operazione, trascorsi 28 giorni, pesava già Kg. 55. ed attualmente, dopo un anno e mezzo dalla subita operazione, pesa Kg. 67. Lo vedete ora davanti a voi fiorente e soddisfatto in modo singolare della sua persistente ricuperata salute.

La porzione complessiva dei due pezzi d'intestino che ora vi presento supera in lunghezza di poco il mezzo metro (centimetri 55 circa). Tale fatto non ha certamente oggidì molto valore, avvezzi, come siamo, a registrate asportazioni, assai più estese d'intestino ammalato.

Io per primo dimostrai possibile l'asportazione di un tratto d'intestino che supera i *tre metri.* Questo caso fortunato feci conoscere colla pubblicazione avente per titolo: *Storia relativa ad un fanciullo di anni 8 al quale furono asportati metri 3.30 d'intestino tenue* (1) Dopo di me asportazioni anche più estese d'intestino furono fatte da altri con diversa fortuna immediata e consecutiva. Colgo perciò l'opportunità per dichiarare che il mio operato di 16 anni fa sta tuttora benissimo, essendosi fatto un giovanotto robusto, aitante della persona, intelligentissimo. Le quali cose tutte stanno a dimostrare che, anche con una mancanza assai estesa d'intestino, un individuo giovane può felicemente svilupparsi ed assumere condizioni anatomiche e funzionali perfette tanto delle parti esterne e quanto delle interne del suo organismo.

(1) Ruggi. — Policlinico, Vol. III, Roma 1896.

a
c
b
d

Ma il caso clinico descritto sebbene gravissimo, ha tutta la speciale sua importanza riposta, come già dissi, nella circoscritta localizzazione del processo morboso bacillare e nelle difficoltà incontrate per la diagnosi e per tecnica dell'atto operatorio.

Non meno interessante, sotto un altro punto di vista, è senza dubbio il secondo caso clinico che pure or qui riporto:

Secondo Caso. — C. A. d'anni 8, nato a Sabbioncellino (Ferrara), entrava in Clinica chirurgica il 28 Novembre 1910.

Un giorno d'Aprile del 1910 improvvisamente, essendo il fanciullo in pieno benessere, fu preso da dolori all'epigastrio ed alla regione ombellicale. Tali dolori durarono due giorni; e, non accompagnati da altri fenomeni, a poco a poco scemando, scomparvero completatamente. Trascorsi 10 giorni i dolori riapparvero avendo la stessa improvvisa insorgenza, la medesima sede, ma una maggiore intensità. Durarono allora quattro giorni poi si ebbe una remora fino al Luglio successivo. Però al riapparir della crisi improvvisa, fortissima, si ebbe vomito. Col vomito il ragazzo si sentiva sollevato, ma in modo temporaneo. Tali fatti durarono 15 giorni.

Un valente collega che in quel periodo ebbe ad esaminare l'infermo narrava che, durante la crisi, si sentiva nell'ipogastrio a sinistra una massa allungata in senso trasverso. Detta massa, indolente alla palpazione era di volume variabile, tanto durante l'accesso del dolore, quanto negli intervalli di esso. Lo stesso collega, a scopo diagnostico e per rimediare alle sofferenze del ragazzo, tentò la cloronarcosi sotto la quale vide dileguarsi l'accennata tumefazione. Tornati in iscena poco dopo gli stessi fenomeni, molto giustamente fu pensate ed eseguita la laparatomia allo scopo di constatare il vero stato delle cose. Ma dalla apertura fatta ampiamente sulla regione epigastrico-ombellicale con un taglio praticato sulla linea mediana, nulla fu possibile rilevare che desse spiegazione del fenomeno.

Guarito di prima intenzione si ripeterono ancora gli stessi dolori; mentre poi cessati questi, l'infermo si mostrava di bel nuovo relativamente bene, avendo tutte la sue funzioni normali. Fu per tali fatti inviato alla mia Clinica. Il caso si presentava per certo interessantissimo e di assai difficile spiegazione.

Nell'esame obbiettivo fatto al suo ingresso, dall'assistente di Clinica uomini, signor Dott. Stretti, trovo registrato quanto segue: Il ventre è di forma pressochè normale. Sulla linea mediana esiste una cicatrice lineare di colorito rossiccio lunga otto centimetri che si prolunga un poco al disotto dell'ombellico. Se si invita il paziente a compire profondi atti d'ispirazione si vede disegnarsi nella regione epigastrica, una piccola bozza mobile, situata prevalentemente a sinistra della linea mediana.

Colla palpazione superficiale si avverte inoltre una massa in senso trasverso, situata nella regione epigastrica con maggiore sviluppo nella metà sinistra di questa. Essa si perde sotto l'arco costale. Detta massa appare leggermente bernoccoluta e colla palpazione profonda si rileva che essa s'annida sotto la gabbia toracica, portandosi contemporaneamente in addietro contro la colonna vertebrale.

Giova notare che, a seconda del momento nel quale l'esame viene fatto, si notano variazioni obbiettive evidentissime, sia riguardo alla grossessa come alla superficie e ai limiti di detta massa.

La percussione dell'addome fa sentire suono timpanico ovunque.

Il fegato è nei limiti normali. Lo stomaco arriva in alto ed a sinistra al margine inferiore della V costa, nell'emiclaveare; all'esterno al VII spazio, lungo l'ascellare anteriore del sinistro lato. In basso non è possibile stabilire nulla di preciso. La milza appare normale. Cuore, polmoni e reni sani. Sangue normale.

Il malato nei sei giorni di sua degenza in Clinica ebbe ripetutamente i soliti accessi di dolori, calmati con qualche iniezione di morfina. Parlai del caso diffusamente in una lezione di Clinica, indi passai all'operazione (5 Dicembre 1910).

Colla narcosi etere-cloroformica allorchè ebbe raggiunto il periodo del rilasciamento muscolare, il tumore che si avvertiva nell'epigastrio scomparve.

Eseguii l'incisione delle parti addominali in senso trasversale, estendendola da 3 centimetri a destra della linea mediana sino all'ascellare medio di sinistra. Tale incisione condussi a 7 centimetri dall'ipofisi xifoide e due cent. dalla cicatrice ombellicale.

Aperto ampiamente il ventre, mi riuscì facile allora esaminare minutamente tutta la metà di esso. Venne così dimostrata l'assenza assoluta di qualsiasi neoplasia, o di briglie cicatriziali avvolgenti lo stomaco od il colon intestino. Sollevato però il grande omento il colon trasverso e lo stomaco, e guardando sulla parete posteriore dell'addome al di sotto del legamento di Treitz, mi venne fatto di osservare che il digiuno subiva un contorcimento così strano da dar ragione delle modificazioni che poterono avvenire in esso, durante determinati periodi funzionali del circolo intestinale. Ciò constatato, trovai che l'unica soluzione da prendersi in tal caso era quella d'eseguire una gastro-entero-stomia alla Von Haker. Il bambino in tal modo guarì delle sue sofferenze e si mantiene tuttora perfettamente guarito.

Come già dissi questo caso servì d'argomento per una lezione clinica, nella quale passai in rivista tutte le possibilità patologiche; e, per esclusione, venni nel concetto di una stenosi parziale del digiuno. Di grande giovamento mi fu in tal caso la cloronarcosi. Infatti colla scomparsa del tumore sotto l'azione di questo potente anestetico di azione generale, mi confermai nell'idea che esistesse nel nostro piccolo infermo uno stato spasmodico dell'intestino, ricorrente a periodi più o meno lunghi originato da un fatto anatomico, sorto istantaneamente, avente un fondamento anatomico materiale di poco rilievo, quindi di una mole non rilevabile col palpamento.

Io pensai che la spiegazione più razionale del caso dovesse essere quella di una parziale chiusura dell'intestino, verificatasi per la fissazione di questo in un punto della parte posteriore dell'addome.

È stata descritta infatti in detta località la *fossetta duodeno digiunale;* e, sono state notate, delle possibili insaccature peritoneali congenite e degli speciali cingoli acquisiti, durante la vita dell'individuo, in seguito ad anormali adesioni di svariati elementi anatomici capaci di strozzamento intestinale.

Ricorderò, a tale proposito, d'avere operato alcuni anni or sono un'inferma inviatami dalla Clinica medica, nella quale erano istantaneamente insorti fenomeni di chiusura intestinale. In tale caso trovai che un'ansa della prima porzione del digiuno era passata al disotto di un anello formatosi per l'adesione di un appendice epiploica del colon trasverso alla parete posteriore dell'addome.

Di questo caso diedi anzi relazione alla Società nostra nella Memoria letta il 12 Giugno 1908 (1).

Un altro collega, come risulta pure dalla storia, aveva prima di me eseguita la laparatomia senza trovare nulla di anormale, ma anche senza ottenere salutare effetto in rapporto alle sofferenze gravissime accusate dal paziente. Non per questo mi astenni dal aprir di bel nuovo il ventre del fanciullo, seguendo norme di tecnica assai diverse da quelle usate dal collega che mi aveva preceduto nella prova curativa.

Il concetto che mi guidò nell'operazione fu totalmente riposto nel desiderio di raggiungere la parete posteriore dell'addome; per dominarla in modo da poterla esaminare in tutti i suoi più profondi reccessi.

Il collega che mi aveva preceduto aveva aperto il ventre nella regione epigastrica con un taglio praticato sulla linea mediana. Io invece praticai un taglio diretto in senso trasversale.

Nel 1889, volendo asportare un cancro della coda del pancreas (2), e nel 1892 parlando alla Società Italiana di Chirurgia intorno alle Laparotomie ed alla Splenectomia in ispecie (3), feci conoscere un mio speciale taglio praticato sulle pareti addominali in senso trasversale, al sinistro lato, due dita al disotto dell'arco costale. Con esso mi proponevo di tagliare i muscoli larghi dell'addome a seconda dell'andamento dei loro fasci muscolari, ed i retti in senso trasversale. Feci notare allora come tal fatto fosse possibile nella regione epigastrica, dove le aponeurosi dei muscoli larghi dell'addome fasciano completamente i muscoli retti e prendono con essi saldi rapporti, stante la presenza delle intersezioni tendinee; le quali disposizioni tutte sono giovevolissime per la salda riunione delle parti tagliate. Tale fatto non sarebbe stato possibile, a mio avviso, in basso dove i muscoli retti non hanno inserzione alle citate aponeurosi e non sono da queste completamente fasciati.

Io feci conoscere nella sopra citata pubblicazione questa speciale incisione che mi aveva reso facile raggiungere la parte posteriore dell'addome e di conseguenza la regione retroperitoneale, allo scopo di allacciare assai agevolmente l'arteria splenica, scoprire la coda del pancreas, nonchè il corrispondente rene. In seguito lo stesso taglio applicai per raggiungere in alcuni casi il rene destro od il fegato, naturalmente praticando la stessa incisione dal lato opposto dell'addome.

Dopo di me tale incisione fu proposta al Congresso chirurgico tenutosi in Roma nel 1894 dal Pean; ed ora trovo che di tagli trasversali delle parti addominali s'interessano specialmente i chirurghi tedeschi, credendo dire delle cose assolutamente nuove, dimo-

---

(1) Ruggi. — *Di alcuni casi di Clinica chirurgica relativi all'apparecchio della digestione.* Memoria Accademia delle Scienze. di Bologna, 1908.

(2) Ruggi. — Intorno ad un carcinoma primitivo del pancreas ecc. (Gior. Inter. delle Scienze Mediche, 1890).

(3) Stastica di laparatomia e speciali considerazioni intorno alla tecnica della splenectomia (Arch. Ital. di Chirurgia, 1892).

strando ad ogni modo di non aver la più piccola conoscenza di quanto era di già stato detto e fatto da me prima e dal Pean dopo.

Non parlerò certo del taglio dirò cosmetico, di forma curvilinea all'epigastrio del Pfannenstiel perchè interessa in senso trasversale solo la pelle, il cellulare sottocutaneo e l'aponeurosi d'inviluppo; mentrechè i muscoli vengono di poi regolarmente divisi col taglio medesimo.

M'interessano invece i processi dello Sprengel (1), del Kocker e più ancora quello fatto conoscere con molti particolari dal Bakes (2). Questi autori non fanno che ripetere quanto io stesso ed il Pean dicevamo tanti anni prima di loro. Essi sono preoccupati come noi, molto giustamente dell'andamento proprio ai vasi ed ai nervi che fra l'obliquo interno ed il trasverso transitano per dirigersi ai muscoli delle parti stesse. Di più, come fu mio intento, si preoccupano dell'andamento e disposizione dei fasci muscolari e delle aponeurosi che sono le derivazioni tendinee di quelli. Ma le preoccupazioni loro, in tal punto di tecnica, raggiunge il colmo; e questo in ispecie per parte del Bakes allorchè parla del modo di raggiungere il rene.

La dissezione che egli propone dei muscoli, allo scopo di passare per gli interstizi fascicolari di questi, complica, a mio avviso, talmente la tecnica operatoria e restringe per modo il campo d'azione, da riuscire più di danno che di vantaggio alla tecnica stessa.

Tutte le volte che io ricorsi al taglio trasversale, e mi sarebbe difficile stabilirne il numero, ho sempre largamente squarciato le parti che mi capitavano sotto il tagliente, risparmiando possibilmente vasi e nervi: e mi sono sempre trovato contento dell'ampia apertura fatta e della successiva riunione ottenuta, mediante una cicatrice resistente e per nulla deformante la parte operata. Era naturale dopo tutto ciò che, anche nel caso in istudio, io pensassi di fare ricorso all'accennato taglio, praticato nel modo già da tempo da me ideato e messo ad esperimento. Come risulta dalla relazione storica sopra esposta, il successo fu ottimo perchè con esso mi fu dato di osservare l'anormale adesione del primo tratto dell'ileo in un punto sottostante al legamento di Treitz. Come fosse questo fatto avvenuto non ci fu possibile stabilire.

Egli è certo però che canalizzato in modo diverso il tubo gastro-enterico tutti i fenomeni accusati dall'infermo come per incanto si dileguarono.

La guarigione fu sollecita e definitiva perchè, anche al presente, il ragazzo sta benissimo,

Ma intorno alla priorità che mi spetta in riguardo al taglio trasversale delle parti addominali del quale già chiaramente riferiva il Giordano nel suo Compendio di chirurgia che può dirsi di chirurgia storica contemporanea, mi propongo di fare quanto prima una speciale pubblicazione; essendo giustissimo quanto lo stesso Giordano in detta sua pubblicazione asseriva: e cioè che l'opera nostra « *un po' negletta in patria non è abbastanza conosciuta se non misconosciuta all'estero* (3) ».

(1) Sprengel. — Arch. Longebeck, V. 92, pag. 536, 1910.

(2) Arch. für klin. chir. T. XCVI, Settembre 1911.

(3) Divide Giordano. — Compendio di Medicina operatoria. Torino, 1911.

ERRATA-CORRIGE

A pag. 87 linea 24 ove dice *Gahertester*, leggasi invece *Gelehrtester*.

UNA LETTERA

DI

F. A. HUMBOLDT A R. G. BUNSEN

TRASCRITTA E TRADOTTA

DAL

PROF. SEN. GIOVANNI CAPELLINI

(letta nella Sessione del 24 Marzo 1912).

Nel 1859 in Heidelberga, Roberto Guglielmo Bunsen, a provarmi quanto mi sarebbe stata utile la personale conoscenza di Humboldt, per discorrere della geologia dell'Italia, mi accennava importanti raffronti tra i vulcani fangosi delle rive del Caspio e le salse dell'Emilia; e poichè ricordava che l'amico Humboldt un cenno pure glie ne aveva fatto in una lettera, mi promise di ricercarla e che me l'avrebbe donata.

Inaspettatamente nominato professore di Storia naturale nel Collegio nazionale di Genova, il 24 dicembre trovandomi ancora una volta con Bunsen e Kirkoff in casa Pagenstecher ove ero ospitato, poichè all'albero di Natale pendevano parecchi doni e ricordi per il neo-professorino che doveva tornare in Italia, al carissimo amico che sinceramente si congratulava e mi incoraggiava, ricordai la promessa delle lettere di Humboldt e di Berzelius; ma più di un anno ancora dovetti aspettare pazientemente e più non ebbi l'autografo di Berzelius.

Per mezzo del professore Alessandro Pagenstecher, alla fine del 1860 avevo avuto occasione di ricordarmi agli amici di Heidelberga e nei primi giorni del febbraio 1861 inaugurando le mie lezioni di Geologia ricevevo dall'amico Bunsen il tanto sospirato autografo accompagnato dalla seguente lettera.

Gahertester Freund und College,

Indem ich Ihnen meines freundlichsten Dank für die mir durch Pagenstecher zugekommene interessant geologische Mittheilung abstatte, die ich mit den grössten Interesse gelesen habe, lege ich einen Brief von Humboldt für Ihre Autographen sammlung bei. Das Convolut, welches meine Corrispondenz mit Berzelius enthält, habe ich leider zwischen meinen alten Papieren nicht auffinden können, so dass ich Ihnen von diesen im Augenblick keinen Brief senden könn. Sobald ich es auffinde, werde ich Ihnen sogleich mein Versprechen erfallen.

Der Humboldtsche Brief ist nicht uninteressant.

Er bezieht sich auf der Kaukasischen Grubengasquellen.

Freund Pagenstecher dem es sehr wohl geht, lässt sich Ihnen bestens empfehlen.

Mit der Bitte wen die fortdauer Ihrer freundlichen gessinnung.

Heidelberg d. 10 Februar 1861.

Ihrer

R. BUNSEN

Nella circostanza del secondo Congresso internazionale di Geologia, approfittando della presenza in Bologna del Direttore del Comitato geologico di Berlino, prof. Beyrich già compagno e amico dell' Humboldt, col suo aiuto potei tutto correttamente trascrivere. La traduzione, che ho creduto utile di fare della interessante preziosa lettera, già da qualche anno avevo comunicata all'amico e collega Ciamician, per esser certo di aver bene interpretato quanto si riferisce a cose di Chimica e, già allora, a Lui mi proponevo di dedicare il mio lavoro, quando si fosse presentata opportuna occasione per pubblicarla.

Ma poichè: *Hora ruit*, ho pensato di non più tardare ed eccomi all'opera.

La lettera di Humboldt (giugno 1855) comincia con elogiare le ricerche e le scoperte di Bunsen, per ciò che ha rapporto con la geologia e la mineralogia, parla del Litio ricevuto in dono e che aveva, alla sua volta, regalato a Mitscherlich il quale molto si interessava della riproduzione artificiale dei minerali.

Il grande Naturalista ricorda in seguito le esperienze dell'eminente chimico intorno ai Gas, e così è tratto a parlare dei vulcani fangosi in rapporto coi giacimenti di petrolio; conseguentemente, accennando a quanto si osserva sulle rive del Caspio, a Giava, al Messico, e, fatti opportuni confronti con le salse del Modenese, dichiara lealmente di avere in proposito cambiato le sue prime vedute in seguito alle ragioni contrarie addotte dall'amico.

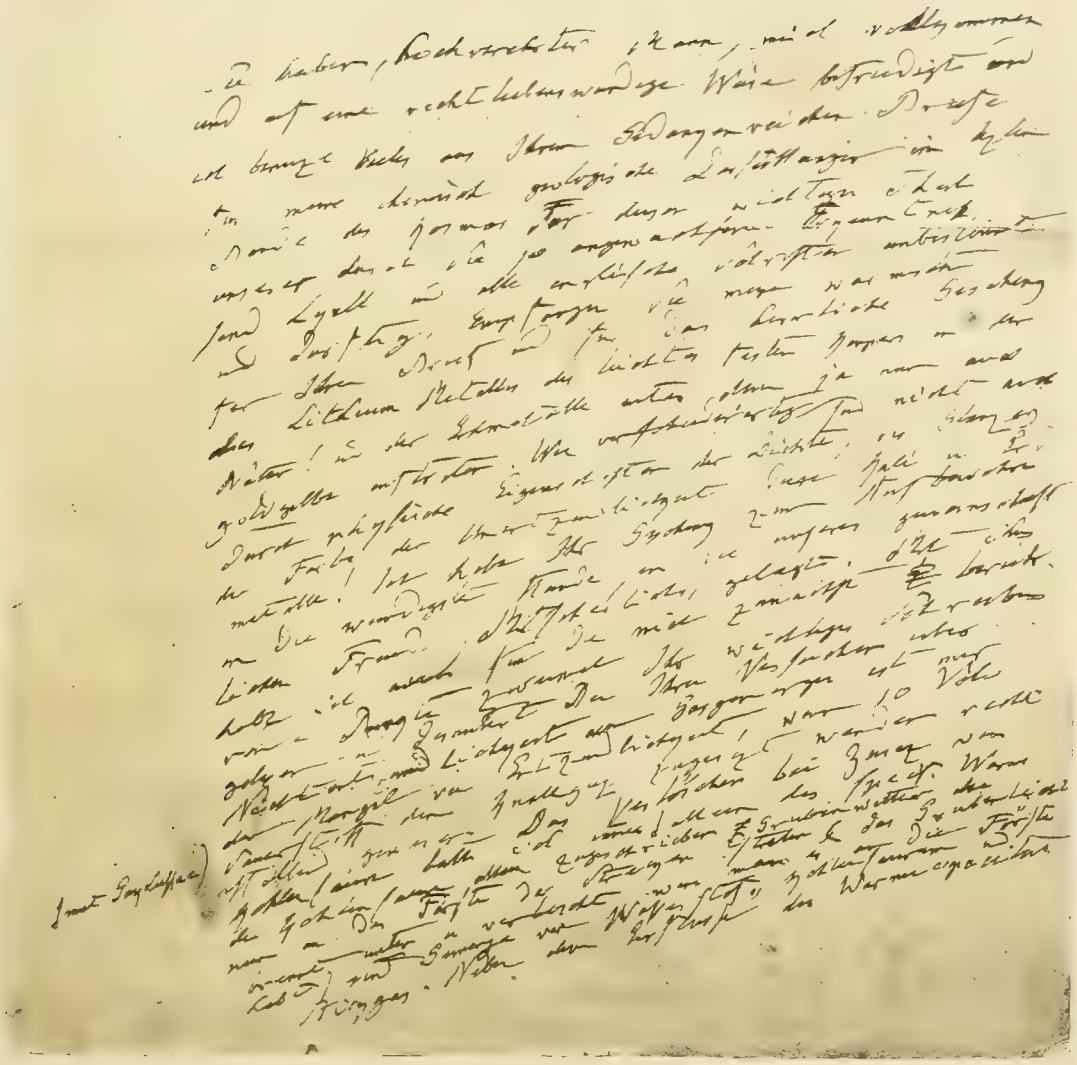
Merita poi particolare attenzione quanto si riferisce alla noia che provava, essendo obbligato a seguire ovunque il suo Re che lo occupava di cose non sempre scientifiche, e come non dimenticasse di interessarsi per i giovani studiosi.

Raccomandandosi caldamente al Bunsen perchè lo aiutasse e gli suggerisse ove e come trovare un posto per il botanico Schacht, dichiara che « *quando uno si è logorato e nulla più produce, deve almeno adoperarsi per coloro che sono in condizione di poter fare* ». Aurea sentenza che dovrebbe esser bene scolpita nella mente di coloro che, o per virtù propria o per favore di fortuna, hanno raggiunto le più alte vette.

E a questo punto, il sommo naturalista terminando la sua lettera e volendo far capire che era indifferente quanto al luogo ove sarebbe stato possibile di mandare il botanico Schacht, si esprime con parole le quali rivelano come si pensava alla Corte di Berlino fino dal 1855.

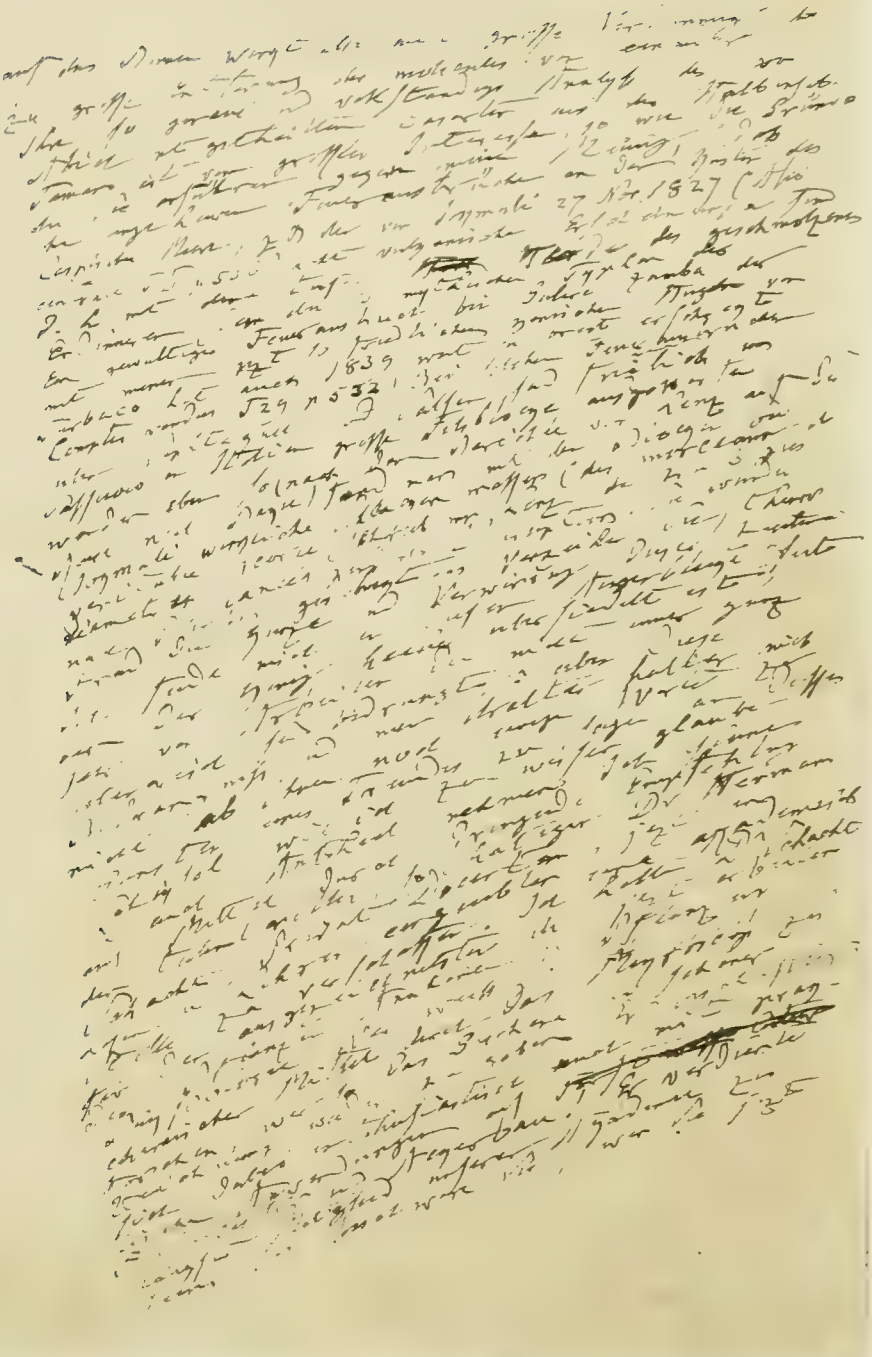
« *Da ich nach der Ihnen bekannten fàrbung unserer Meinungen trotz der öffentlichen Mattheit der zeiten noch immer an einiges Deutschland glaube, so bin ich gleichgültiger für die örtlicher Verhältnisse* ».

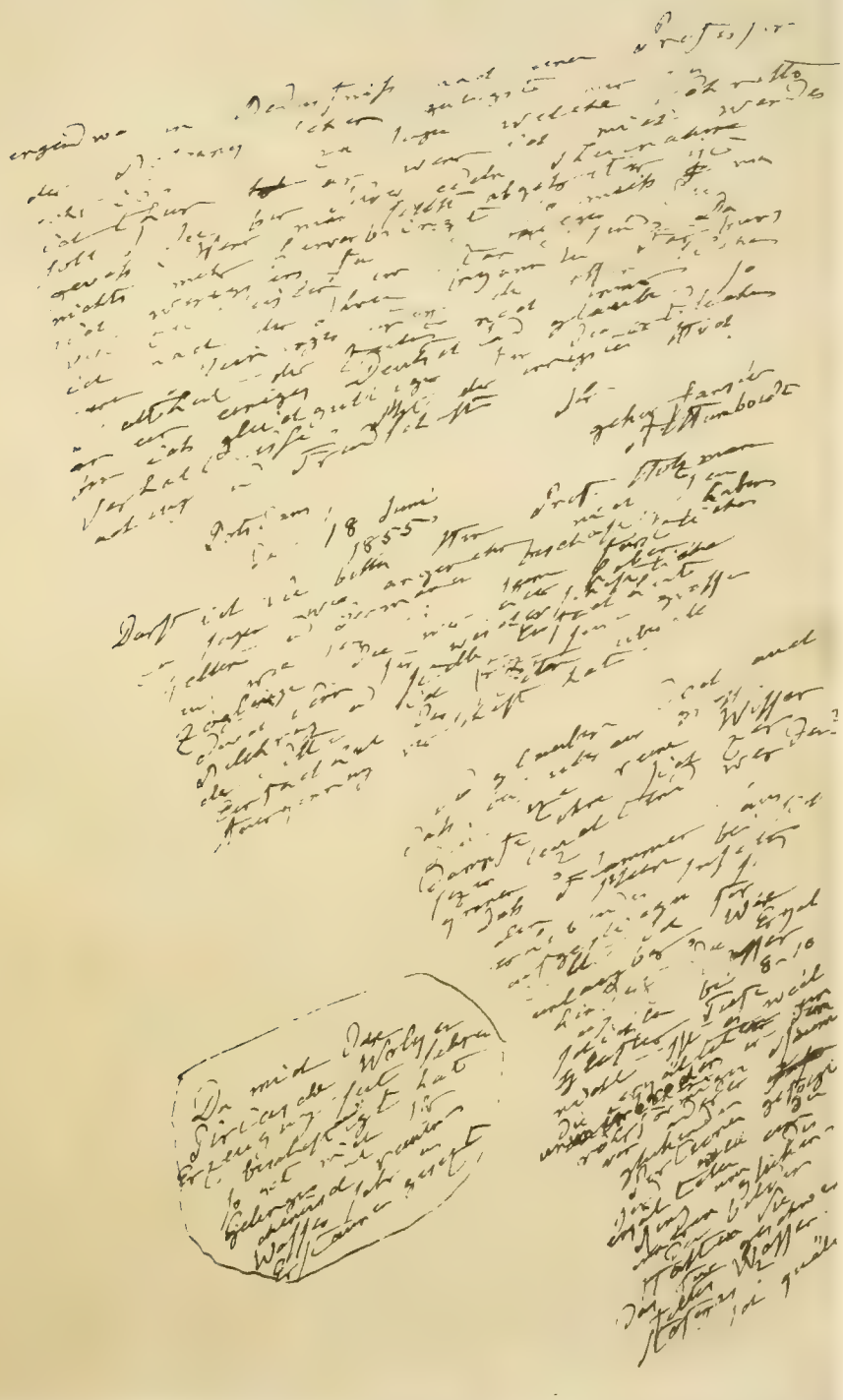
Bene quindi aveva ragione il Bunsen, scrivendo; « *Der Humboldtsche brief ist nicht uninteressant* ».



Facsimile della lettera Humboldt

Istituto Micrografico Italiano - Firenze





La preziosa lettera di Alessandro Humboldt avrei voluto poter subito tutta decifrare e tradurre, perchè il Bunsen me la annunziava interessante ed era facile di apprezzarne la importanza, specialmente per ciò che si riferisce ai fenomeni dipendenti dal Gas idrogeno; ma la calligrafia minuta e strana quanto il modo di vergare le svariate domande e impressioni, mi tormentò per assai tempo. Ricorsi a colleghi abituati alla calligrafia tedesca e distinti paleografi, ma alcune parole restarono per lungo tempo indecifrabili.

Lettera di A. Humboldt a Roberto Guglielmo Bunsen professore di Chimica all'Università di Heidelberga.

Sie haben, kochverehrter Mann, mich vollkommen und auf eine recht liebenswürdige Weise befriedigt und ich benutze Vieles aus Ihrem gedankenreichen Briefe für meine chemisch-geologische Darstellungen im letzten Bande des Kosmos.

Aus dieser wichtigen That unserer durch sie so angewachsenen Erkentniss sind Lyell und alle englisch Schriften unbestimmt und dürftig. Empfangen sie meinen wärmsten (Dank) fur Ihren Brief und für das herrliche Geschenk des Lithium Metalles des leichten festen Körpers in der Natur! und der Erdmetalle unter denen ja nun auch goldgelbe auftreten. Wie verschiedenartig sind nicht auch durch physische Eigenschaften der Dichte, des Glanzes, der Farbe, der Unentzündlichkeit diese Kali und Erdmetalle! Ich habe Ihr Geschenk Zum Aufbewahzen in die würdigsten Hände in die unseres gemeinschaftlichen Freundes Mitscherlich gelegt. Mit ihm habe ich einen mich zunächst berührenden Punkt 2 mal Ihr wichtiges Schreiben gelesen und discutirt. In Ihren Versuchen über Nichtentzündlickeit aller Gazgemenge ist nur der Mangel von Entzümlichkeit wenn 10 volumen Sauerstoff den knallgaz zugesetzt werden recht auffallend gewesen. Das Verlöschen bei Zusatz von kohlensäure hatte ich immer mit Gay Lussac allein der specifischen Wärme der Kohlensäure allein zugeschrieben. Grubenwetter die nur in der Firste der Strecken auftreten (das Grubenlicht brennt unter und verlöscht, wenn man es in die Firste hebt) sind Gemenge von Wasserstoff Kohlensaüren und Stickgaz. Neben diesen Einflüssen der Wärme capacität auf das Brennen, wirkt also auch grosse Verdünnung, und die zu grosse Entfernung der Molecole von einander.

Ihre so genaue und vollständige Analyse der von Abych mitgetheilten Gasarten auf der Halbinsel Taman ist vom grössten Interesse so wie die Gründe die sie anführen gegen meine meinung dass die ungeheneren Feuerausbruche an den Küsten des Kaspischen Meeres z. B. der von Iokmali 27 nov. 1827 (Asie centrale T. II p. 506) echte vulkanische Erscheinungen sind, d. h. mit dem tiefen Herde des geschmolzenen Erdinneren (dem eben so mythischen Typhon als der gewaltige Feuerausbruch bei Galera Zamba der mit so friedlichen konischen Hügeln von Turbaco hat auch 1839 weit und breit erschreckt (Compte rendus T. 29 p. 532). Bei solchen Feuerausbrüchen neben Naphtaquellen und Salsen sind freilich auf Sassuolo in Italien grosse Felsblöcke ausgeworfen worden, eben so (nach dem Berichte von Lenz auf der Reise nach Baku) fand man mit den Blöcken bei Jokmali wirkliche Schlackenmassen (des morceaux de veri-

table scorie, schrieb mir Lenz, de 2 à 3 pieds de diamètre lancés pendant l'eruption). Sie wurden nach Petersburg geschickt.... Verzeihen Sie Thenerer Freund, die Kürze und Verwirrung dieses Zuzatzs. Ich finde mich in diesem Augenblicke seitdem König hieher übersiedelt ist sehr von Arbeiten, die nicht immer ganz literarisch sind, bedrängt, aber diese Bedrängnisse und mein Uralter halten mich nicht ab, Ihnen noch einige Worte zu Gunsten eines Freundes zu sagen, an dessen Schicksal, wie ich zu wissen glaube, Sie auch Antheil nehmen. Ich sinne auf Mittel durch dringende Empfehlung den talentvollen so thätigen Dr. Hermann Schacht, Privat Docenten jetzt als Leser und Lehrer erprobten, eine akademische Stelle zu verschaffen. Ich halte Dr. Schacht für den ausgezeichnetsten der jetzigen Arbeiter der Pflanzen-Anatomie und Pflanzen-Physiologie. Wer weiss so bei Anwendung chemischer Mittel durch das Mikroscop zu forschen, wer so das Geschenc in Schöner Zeichnung wieder zu geben? Er beschäftigt sich dabei enthusiastisch auch mit praktischen Anuendungen auf Forstcultur und Ackerbau. Er verdiente längst Mitglied unserer Akademie zu sein. Ich beschware Sie, wenn Sie jetzt irgendwo in Bedürfniss nach einem Professor der Botanik sehen, gütigst mir zu schreiben, mir zu sagen welche Schritte ich thun, an wen ich mich wenden soll. Ich bin Ihrer edeln Theilnahme gewiss. Wenn man selbst abgetreten ist, nichst mehr hervorbringt, so muss man sich wenigstens für die bewegen, die viel zu leisten im stande sind. Da ich nach der Ihnen bekannten Färbung unserer Meinungen trotz der öffentlichen Mattheit der Zeiten noch immer an ein einiges Deutschland glaube, so bin ich gleichgültiger für die örtlicher Verhältnisse.

Mit der innigsten Hochachtung und Freundschaft.

Potsdam 18 Juni 1855.

Ihr gehorsamster
A. Humboldt

Darf ich Sie bitten, Herrn Professor Holzmann zu sagen, wie angenehm mich seine Kelten und Germanen beschäftigt haben, und wie sehr einer seiner fürstlichen Zöglinge, den wir hier haben, durch seine wissenschaftliche Belehrung und stille Einfachheit der Sitten, sich (trotz seiner grossen Einfachheit der sitten) überall Anerkennung verschaft hat.

Sie glauben doch auch, dass bei überaus grosser Gluthhitze reine Wasserdämpfe ohne sich zu zersetzen leuchtend werden konnen?

Dass Flammen aus dem Meere bei sich erhebenden Inseln aufgestiegen sind, halte ich für unläugbar. Diese hindert die Erkältung der Wasserschichten bei 8-10 Klafter Tiefe nicht. Ist es, weil die erkälteten und ununterbrochenen in den röhrförmigen Rinnen immer von andern glühanden Portionen gefolgt sind und die erkälteten einen Ring um die inneren glühenden bilden.

Halten Sie das für geschwefeltes Wasserstoffgas?

Ich quäle.

Da mich die Piriascher Wolken Erzeugung seit Jahren beschäftigt hat, so hat mich Ihr Gelingen mit chemisch reinem wasser sehr in Erstaunen gesetzt.

Traduzione della lettera di A. Humboldt a R. Bunsen.

Ella, onorevolissimo signore, mi ha completamente contentato in modo veramente amabile ed io dalla sua lettera ricca di pensieri traggo molto profitto per le mie considerazioni chimiche-geologiche nell' ultimo volume del Cosmos.

Su questo fatto importante delle nostre cognizioni tanto accresciute per mezzo di Lei, Lyell e tutti i lavori inglesi sono incerti e mancanti.

Accolga i miei più vivi ringraziamenti per la sua lettera e per il magnifico dono del metallo Litio il più leggero dei corpi solidi della Natura ! e per i metalli terrosi (*) tra i quali taluni si mostrano ancora color giallo d'oro. Oh come questi metalli alcalino-terrosi sono pure eterogenei per le proprietà fisiche densità, lucentezza, colore e grado di infiammabilità ! Per conservare il suo, l' ho depositato in mani degnissime in quelle del nostro comune amico Mitscherlich. Con esso ho letto e discusso per due volte il di Lei scritto importante intorno ad un punto che mi riguarda.

Nei suoi esperimenti intorno alla non infiammabilità dei miscugli gassosi vi ha soltanto di sorprendente che la aggiunta di dieci volumi di ossigeno renda il gas tonante non inflammabile. Lo spegnersi per l'aggiunta di acido carbonico, io, con Gay-Lussac, aveva sempre attribuito unicamente al calore specifico dell' acido carbonico. Il gas infiammabile delle miniere, che si manifesta solamente al tetto delle gallerie, (la lampada da minatori arde al suolo e si spegne quando si innalza alla volta) è un miscuglio di idrogeno, di acido carbonico e di azoto. Insieme con queste influenze della capacità calorica sulla combustione, agisce quindi anche la grande rarefazione e la troppo grande distanza delle molecole le une dalle altre.

La sua accurata e completa analisi delle specie di gas della penisola di Taman a Lei trasmessi da Abich è del maggiore interesse come anche le ragioni che Ella adduce contro le mie vedute che le portentose fiamme sulle rive del mar Caspio, p. e. quelle di Jokmali 27 nov. 1827 (*Asie centrale* T. II, p. 506) sieno vere manifestazioni vulcaniche, cioè in rapporto col profondo focolare dell' interno della terra in fusione (così pure i mitici tifoni, nonchè la gagliarda eruzione accompagnata da fiamme presso Galera-Zamba, la quale anche nel 1839 con i nuovi monticciatoli conici di Turbaco ora così tranquilli diffuse grande sbigottimento (*Compte rendu* T. 29 pag. 532).

Con tali eruzioni con fiamme in rapporto con le sorgenti di Nafta e con le Salse, indubbiamente a Sassuolo in Italia furono buttati fuori grandi blocchi di rocce, e nello stesso modo presso Jokmali (secondo il rapporto di Lenz sul viaggio a Baku) si trovarono coi blocchi veri massi scoriacei (*des morceaux de veritable scorie,* come mi scriveva Lenz, *de 2 à 3 pieds de diamètre lancés pendant l'eruption*). Essi furono spediti a Pietroburgo.

.... Mi perdoni, caro amico la concisione e il garbuglio di questa appendice.

(*) Alcalino terrosi ? n. d. T.

In questo momento dacchè il Re si è trasferito qui, mi trovo molto augustiato da lavori che non sono sempre intieramente letterarii, ma queste molestie e la mia grave età non mi trattengono dal dirle ancora alcune parole a favore di un amico al cui destino, come io credo di sapere, Ella pure prende interesse. Io penso al modo di procurare mediante una calda raccomandazione, un posto accademico al privato Docente Dottore Ermanno Schacht lettore e maestro sperimentato pieno d'ingegno e tanto laborioso. Io reputo il dottor Schacht il più distinto tra quanti attualmente si occupano di anatonia e fisiologia vegetale. Chi sa in egual modo investigare, adoperando mezzi chimici nelle ricerche microscopiche, chi sa meglio riprodurre con bei disegni le cose osservate? Egli inoltre si occupa anche entusiasticamente di pratiche applicazioni alla Silvicoltura ed alla Agricoltura.

Da lungo tempo egli avrebbe meritato di essere membro della nostra Accademia. Se mai Ella vede che in qualche luogo vi sia bisogno di un professore di botanica, io la scongiuro di volere avere la bontà di scrivermi e di dirmi quali passi devo fare, a chi devo rivolgermi. Io mi tengo sicuro della sua nobile cooperazione.

Quando uno si è logorato e nulla più produce deve almeno adoperarsi per coloro che si trovano in condizione di fare. E poichè io, secondo il colore delle nostre opinioni a Lei noto, malgrado la manifesta fiacchezza dei tempi, credo ancora sempre a una Germania una, così sono indifferente riguardo alla località.

Con la più profonda alta stima ed amicizia

Potsdam, 18 giugno 1855.

Di Lei obbidientissimo
A. Humboldt

Mi permetta di pregarla di dire al signor professore Holzmann quanto i suoi Celti e Germani mi hanno gradevolmente interessato e quanto uno dei suoi allievi principeschi che abbiamo qui si sia dovunque fatto conoscere per la sua erudizione scientifica e per la tranquilla semplicità dei costumi (malgrado la sua semplicità di costumi).

Lei pure crede dunque che per elevatissimo calore semplici vapori d'acqua possano diventare luminosi senza decomporsi?

Io tengo per innegabile che dal mare si sieno sollevate fiamme con isole che emergevano; il raffreddamento degli strati di acqua di 8-10 tese di profondità lo impedisce. Ciò avviene perchè alle parti raffreddate e non interrotte nei condotti tubolari fanno seguito di continuo altre arroventate e le parti raffreddate formano un anello intorno alle arroventate.

Ritiene questo per idrogeno solforato?

Non ne sono sicuro.

MASSE LUMINOSE DEL RIGHI IN UNA SCARICA OTTENUTA CON DIFFERENZA DI POTENZIALE ALTERNATIVA

NOTA del Prof. LAVORO AMADUZZI

Letta nella Sessione del 14 Gennaio 1912.

Con 9 figure intercalate nel testo e 4 fotografie riprodotte in una tavola fuori testo.

1. Da qualche tempo ho intrapreso lo studio sperimentale della scarica elettrica in gas rarefatti valendomi di una differenza di potenziale alternativa per eccitarla; e già riferii qualche risultato preliminare in una breve Nota presentata alla R. Acc. dei Lincei (1). Qui intendo dare qualche notizia più ampia dei risultati da me ottenuti, del dispositivo sperimentale e delle ragioni che mi consigliarono la ricerca. Comincerò con queste ultime.

Sinora lo studio delle scariche elettriche si è fatto in condizioni varie per ciò che riguarda il materiale da quelle attraversato e per ciò che riguarda il carattere della differenza di potenziale eccitatrice; ma il caso in cui si faccia uso di una conveniente differenza di potenziale alternativa, per quanto mi consta, non è stato preso in esame attento e sistematico da alcuno. Non entra manifestamente in questa categoria di differenza di potenziale quella che provoca la scarica oscillatoria, giacchè anche nella migliore delle circostanze si è di fronte ad un processo di smorzamento che nuoce alla produzione di uno stato di regime per qualche tempo costante ascrivibile all' oscillare uniforme della polarità agli elettrodi. E (sia permesso dire qui per incidenza ciò che qualche esperienza sembra bene dimostrare) in materia di scariche in generale forse è corretto parlare oltre che di periodo preparatorio privo di effetti luminosi, di un periodo variabile che precede il periodo permanente o di regime, accompagnato come questo da effetti luminosi.

Una differenza di potenziale alternativa reca con sè nella maniera più semplice una periodicità che può consentire lo stabilirsi di una condizione di regime nell' oscillare della polarità agli elettrodi E questa mi sembra una condizione di studio degna di considerazione, ragione per cui, come già ho detto, l' ho presa in esame con qualche profitto.

2. Riferisco qui i risultati ottenuti coll' uso di tubi di scarica assai lunghi e larghi, e con mezzi gassosi a pressioni comprese 10 e 15 mm. di mercurio.

(1) Rend. Acc. Lincei, Vol. XXI, serie 5ª, 1° sem. p. 40.

I tubi adoperati furono varii. Alcuni erano chiusi definitivamente alla lampada col gas alla pressione voluta, altri erano muniti di tubi con chiavetta, e di manometro. Uno infine, quello che adoperai più largamente, poteva collegarsi mediante tubo munito di chiavetta ad un manometro e ad una pompa, ed era costituito per modo da consentire la variazione della distanza fra gli elettrodi. Esso viene rappresentato dalla fig. 1. Era cilindrico, aveva la sezione di 5 cm. ed era lungo m. 1, 50.

Agli estremi era stato chiuso da tappi che ne determinavano una chiusura ermetica, salvo il passaggio, attraverso al tappo A, del tubicino t che consentiva la comunicazione

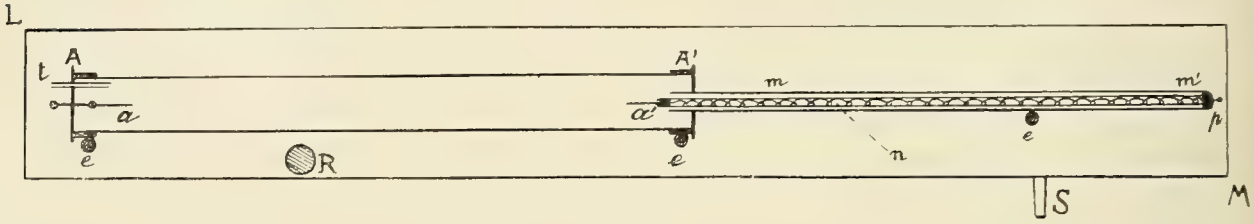


Fig. 1

col manometro e colla pompa, e, attraverso al tappo A', di piccola parte del tubo mm', lungo m. 1, 50 e chiuso in m' a perfetta tenuta mediante un cappelletto di vetro attraversato da una asticciuola di platino p. Prima dell' adattamento, tale tubo mm' era stato collegato per saldatura dell' estremo interno del filo di platino con una lunghissima spirale di sottile filo metallico adattata lungo la regione interna di un altro tubo di vetro n avente una sezione inferiore a quella del tubo mm' e capace di scorrere in questo con una certa facilità. La lunga spirale saldata per un estremo a p era saldata per l' altro estremo ad un piccolo tappo metallico adattato al tubo n e recante verso l' interno del tubo AA' una asticciuola di alluminio a' costituente uno degli elettrodi del tubo di scarica medesimo. Questa asticciuola era fissata a vite e consentiva la sua sostituzione con altri elettrodi di forma varia. Altrettanto poteva farsi per la asticciuola a pure di alluminio, adattata all' altro estremo A del tubo, a costituirne l' altro elettrodo.

Tubo di scarica ed appendice mm' che complessivamente misuravan la lunghezza di circa 3 metri erano stati appoggiati e legati a tre aste di ebanite e infisse rigidamente in una lunga tavola di legno LM dalla quale però il tubo di scarica rimaneva discosto per circa 14 cm. In R la tavola IM era attraversata da un grosso cilindro di legno sostenuto rigidamente in direzione orizzontale ma attorno al quale era consentita una rotazione della tavola. Questa era mantenuta col proprio piano verticale, ma in direzione orizzontale, dal cilindro R e dalla pinza di un forte sostegno universale, in S.

Alzando l' estremo M della tavola od abbassandolo oltre la posizione normale si potevano ottenere quei convenienti spostamenti del tubo n contenuto in mm' che ponessero alla distanza voluta gli elettrodi a ed a'. Raggiunta questa distanza (che, per quanto si è detto sulle dimensioni del sistema, poteva variare fra 0 e m. 1,40) si riportava l' asse del tubo nella direzione normale di orizzontalità e si procedeva alle osservazioni.

Riferendosi le mie ricerche a valori della pressione compresi fra 10 e 15 mm di mercurio il manometro usato fu sempre un barometro troncato. La pompa adoperata per la rarefazione fu una pompa ad olio a due cilindri.

La differenza di potenziale eccitatrice mi era fornita dal secondario di un rocchetto di induzione di 50 cm. di scintilla sul cui primario attraverso a resistenze e ad autoinduzioni variabili lanciavo la corrente alternata stradale a 110 volta e 42 periodi.

3. Procedendo dalla pressione atmosferica verso pressioni di più in più basse ottenevo, per una distanza fra gli elettrodi di m. 1,40, le manifestazioni successive di scarica, in parte prevedibili, che qui seguono, e relative all'aria:

1) Allungamento successivo di un fiocco agli elettrodi.

2) Debole luminosità uniforme rossastra fra gli elettrodi, e aureola violacea agli elettrodi (fig. 2 *a*).

3) Comparsa verso i 14 mm. di mercurio di chiazze luminose rosso violacee della lunghezza di circa 15 cm., separate da intervalli pressochè oscuri e disposte in linea fra un elettrodo e l'altro. Questi elettrodi appariscono terminati da pennacchi dello stesso colore delle chiazze luminose e circondati alla superficie laterale da un aureola di color violaceo (fig. 2 - *b*).

4) Verso i 10 mm. di mercurio, tali chiazze che hanno subito, per apparente fusione reciproca maggior lunghezza e quindi son diminuite di numero, col diminuire graduale della pressione si sono ridotte ad un'unica e lunga massa quale è rappresentata dalla fig. 2 - *c*.

5) Coll'ulteriore graduale diminuzione della pressione si ottengono altre variazioni sulle quali non ho ancora portata accurata attenzione e delle quali quindi non intendo parlare in questa mia odierna comunicazione, dedicata più specialmente agli aspetti di cui ai numeri 3 e 4.

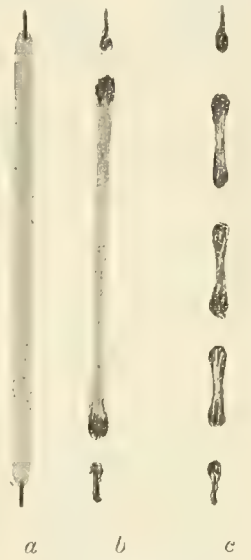


Fig. 2

4. L'uso di tubi vari contenenti vari gas e l'uso del tubo della fig. 1 che mi consentiva una certa latitudine nella variazione delle condizioni sperimentali mi hanno consentite le seguenti principali conclusioni relative all'aspetto indicato al numero 3 del precedente paragrafo.

α) Il fenomeno netto di cui al n. 3 del precedente paragrafo si produce entro un intervallo ristretto di pressione, al disopra e al disotto del quale muta di aspetto. Tale intervallo apparisce dipendere da vari elementi, quali la forma degli elettrodi, la distanza di questi, la natura del gas.

β) Entro i limiti fissati da tale intervallo (fra 10 e 15 mm. di mercurio) a parità di tutti gli altri elementi, il numero delle masse diminuisce colla pressione per aumento della loro lunghezza sino a ridursi a quella unica indicata al n.° 4 del § 3 e rappresentata in *c* dalla fig. 2.

γ) Fissa la pressione, il numero delle masse, che a quella pressione hanno una determinata lunghezza, diminuisce col diminuire della distanza fra gli elettrodi, sino a ridursi a zero quando la distanza fra gli elettrodi sia all'incirca inferiore all'estensione occupata da due pennacchi agli elettrodi e da una massa mediana.

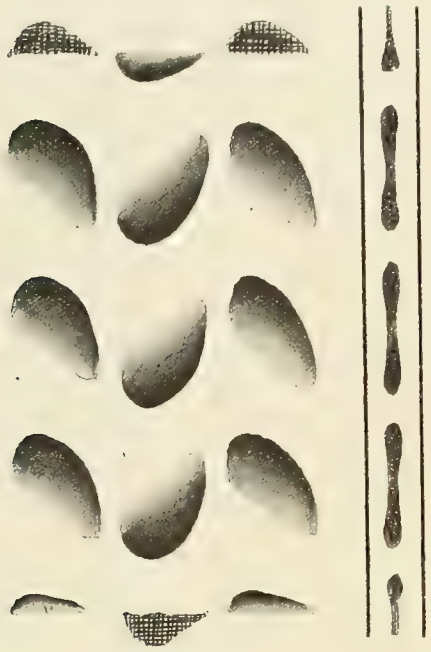


Fig. 3

δ) L'aumento di autoinduzione nel circuito al quale appartiene il primario fa diminuire il numero delle masse luminose sino a sopprimerle e a trasformare la scarica in lunghi fiocchi partenti dagli elettrodi. Un effetto molto marcato della variazione di autoinduzione sul circuito al quale appartiene il primario, si ha sull'aspetto della scarica anche in quei casi nei quali la troppa piccola distanza fra gli elettrodi non dà che i due pennacchi agli elettrodi medesimi.

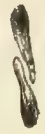


Fig. 4

5. Il fatto abbastanza singolare, che costituisce l'aspetto indicato al n.° 3 del § 3 suggeriva subito l'uso dello specchio girante per separare nel tempo le fasi di un fenomeno, che, così come appariva, doveva risultare dalla fusione visiva, per la persistenza delle sensazioni nella retina, di processi alternati per l'alternarsi della polarità agli elettrodi. Una velocità moderata di rotazione dello specchio mostrò subito ciò che rappresenta la regione sinistra della figura 3 e nella quale il tratto a reticolato sta ad indicare una colorazione violacea, indizio di polarità negativa all'elettrodo corrispondente. Il tratto continuo e pieno indica invece una colorazione rosso-violacea come quella, salvo la maggiore diffusione, delle chiazze luminose entro al tubo.

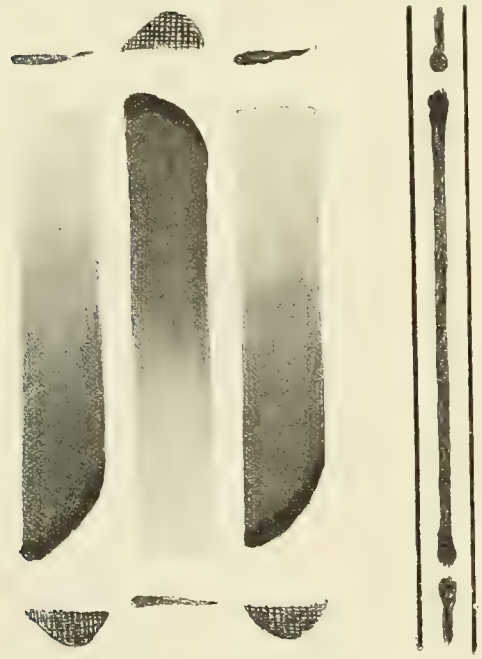


Fig. 5

L'azione di un campo magnetico sufficientemente intenso si manifesta con una separazione della chiazza sulla quale si fece intervenire, in due parti come mostra la fig. 4

Ciò sembra in armonia del resto con quanto per ciascuna chiazza veniva rivelato dallo specchio rotante.

Analogo risultato (fig. 5) si ebbe allo specchio girante esaminando l'aspetto indicato al n. 4 del § 3.

6. Senza entrare per ora nella questione dell'origine prima del fatto, non è possibile non collegarlo al noto fenomeno delle masse luminose in moto messo in rilievo dal

Righi (1). Apparisce anzi immediato il pensiero che si tratti della fusione visiva di sistemi ordinati di masse luminose del Righi generate alternativamente dai due elettrodi, da ciascuno di questi nel momento in cui esso funzioni da anodo.

7. Se nel primario del rocchetto di induzione si introduce un interruttore elettrolitico si ha un effetto che intimamente si riattacca ad osservazioni da me fatte altra volta (2). Le masse appariscono più ampie verso gli estremi e più strozzate nella regione mediana.

Osservate allo specchio girante, danno l'aspetto che mostra la fig. 6. Da esso si desume trattarsi qui di sistemi complessi di masse luminose del Righi procedenti alternativamente dai due elettrodi. Ciò in armonia col processo d' interruzione delle due fasi della corrente alternata adoperata.

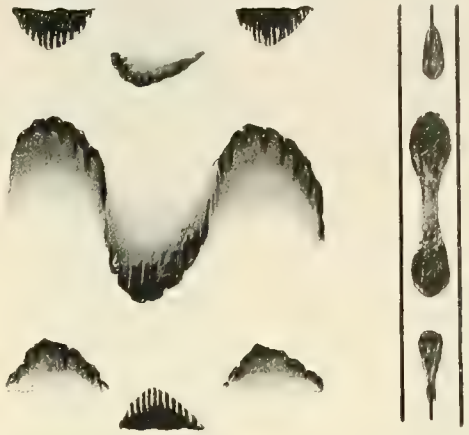


Fig. 6

8. L' uso di elettrodi di carbone mi ha dato qualche risultato in più di quelli sinora descritti.

Fig. 7

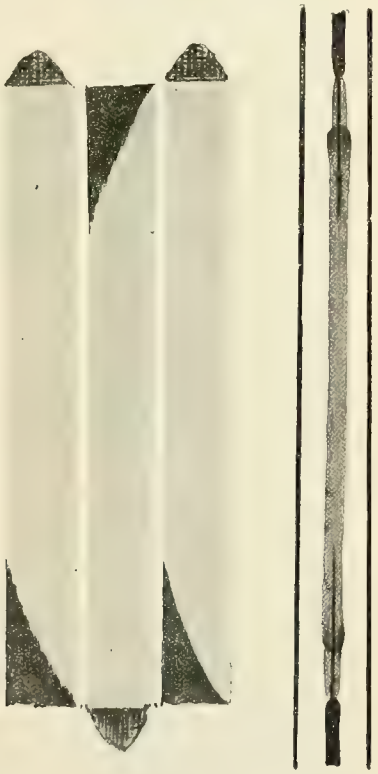


Fig. 8

Fig. 9

Colla diminuzione graduale della pressione si ha il solito effetto della formazione delle chiazze luminose e della successiva loro riduzione ad un' unica chiazza quale è rappresentata dalle fig 2 - *c*

Senonchè, lasciando a lungo la scarica si ha a poco a poco la diffusione di debole luminosità fra gli elettrodi e gli estremi dell'unica chiazza (fig. 7), quindi la trasformazione del colore della luminosità. Di rosso che era, a poco a poco diventa cenerina. Indi, agli elettrodi apparisce una sottile lingua luminosa (fig 8)

(1) Memorie della R. Accademia di Bologna 1891 (gennaio ed aprile) 1895 (maggio). — Rend. Acc. dei Lincei, 1891 (aprile).

(2) Nuovo Cimento, Serie V, Tomo X, 1905.

che si allunga di più in più col passare della scarica. Essa finisce per guadagnare tutto il tubo assorbendo la guaina luminosa e diffondendo una forte luminosità bianca (fig. 9).

Nella figura 8 si è rappresentato anche l'aspetto che assume allo specchio girante la scarica nella quale abbia fatto apparizione per ciascuno degli elettrodi la intensa lingua luminosa.

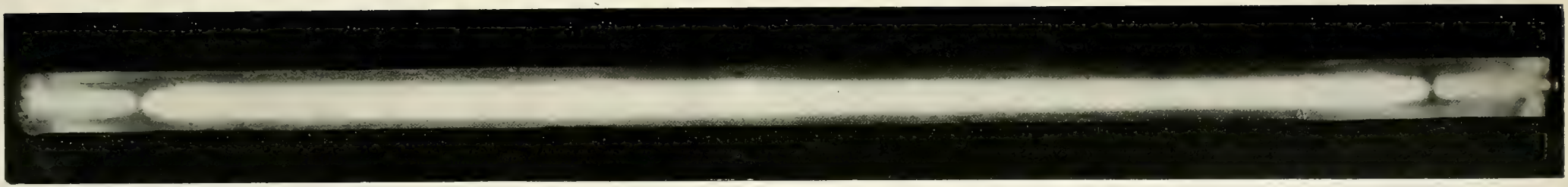
Ulteriori ricerche su questo caso della scarica fra elettrodi di carbone permetteranno di decidere se l'ultima fase di essa può considerarsi come *arco* nel senso ordinario alla pressione dell'ambiente nel quale è prodotto.

Nel qual caso le osservazioni da me riferite potrebbero mostrare quello che è un graduale passaggio della scarica elettrica nell'arco

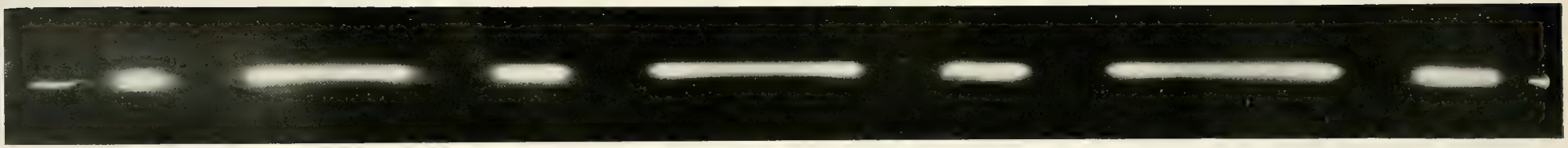
A ciò non autorizzano ancora le attuali ricerche

Esse però né suggeriscono altre miranti a risolvere tale problema

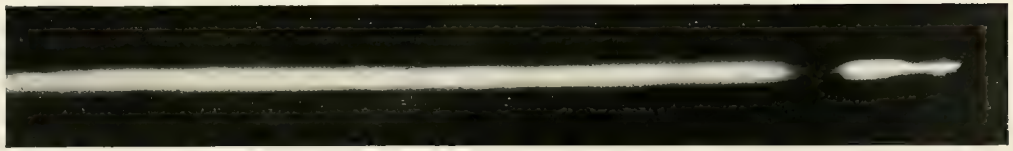
I - Fotografia dell'aspetto 3 (§ 3) nel tubo della Fig. 1



II - Fotografia dell'aspetto 4 (§ 3) nel tubo della Fig. 1



III - Fotografia di una singolare disposizione dell'aspetto 3 (§ 3) in un tubo contenente ossido di carbonio e traccie di bromo.



IV - Fotografia dell'aspetto 4 (§ 4) nel tubo della figura precedente. Riguarda una metà della scarica, l'altra metà essendo perfettamente simmetrica.

≡ Sulla conservazione delle opere cementizie in presenza degli olî e dei corpi grassi in genere ≡

NOTA

DEL

Prof. SILVIO CANEVAZZI

(letta nella Sessione del 21 Aprile 1912)

Una questione interessante sotto l'aspetto scientifico ed importantissima rispetto alla pratica dell'ingegnere è indubbiamente quella che riflette l'azione degli olî e dei corpi grassi in genere sul cemento e sugli impasti cementizî. Chimicamente quest'azione si risolve nella saponificazione delle materie grasse che costituiscono l'olio, oleina, palmitina, stearina (eteri della glicerina): tecnicamente essa si manifesta come una degradazione, alterazione e successiva disagregazione dei rivestimenti ed impasti cementizî con grave danno delle opere che li contengono. In molti casi si incontrano strutture, che sono o possono trovarsi in contatto cogli olî o con grassi, nelle quali il cemento entra o potrebbe entrare con vantaggio, ed una combinazione, che impedisse, od almeno rallentasse grandemente il processo di saponificazione sopra lamentato, rappresenterebbe un vero progresso tecnico. I grandi serbatoi per olio, i pavimenti per stabilimenti industriali, le fosse per la pulizia e revisione delle locomotive sono tutte opere importanti, le quali, eseguite con cemento portland, in causa delle azioni saponificanti menzionate, soffrono, o possono soffrire gravi danni.

L'azione degli olî sul cemento e sugli impasti cementizî è stata studiata metodicamente da diversi esperimentatori nei riguardi della conservazione dei pavimenti, delle fosse per locomotive, dei basamenti per macchine, delle vasche oleifere ecc. Fino dal 1892 Schumann ha fatto numerose esperienze ed il risultato generale delle medesime fu che gli olî grassi esercitano un'azione nociva sul calcestruzzo con tanta maggiore efficacia, quanto più quest'ultimo è magro e quanto minore è il suo grado di stagionatura. È stato riconosciuto (vedi il Cemento Anno IV N. 10, ottobre 1907) che in generale il cemento è tanto più resistente quanto più è stagionato e che l'azione più energica è esercitata dai grassi animali e vegetali successivamente. È pure stato riconosciuto che le miscele magre e male impastate presentano un grado di resistenza relativamente molto minore.

Dalle cose esposte risulta che la degradazione delle opere cementizie per effetto degli olî e grassi è essenzialmente dovuta ad un fatto chimico, la saponificazione in particolare modo della calce libera, che eventualmente possa trovarsi mescolata al ce-

mento, e di quella che viene liberata al momento della messa in opera per effetto della presa del cemento. La saponificazione poi è contrariata da una buona esecuzione della miscela, ben addensata e sufficientemente ricca per riuscire piena e senza vani, come è facile comprendere perchè in queste condizioni è resa difficile la penetrazione dell'olio nell'interno della massa. L'azione saponificante è pure contrastata da una lunga stagionatura, cosa che può ritenersi dovuta al fatto che la calce libera, o liberata al momento della presa, trova col tempo uno stabile assetto molecolare.

L'ingegnere si interessa alla buona riuscita ed alla durata delle opere eseguite, quindi nelle costruzioni che possono o debbono trovarsi in contatto con olî o grassi dovrà sempre scegliere cementi privi od almeno molto poveri di calce libera e comporre la miscela con molta cura, abbastanza ricca in cemento rispetto al tipo normale e bene addensata, così pure sarà preferibile usare cementi siliciosi, come aventi caratteri di maggiore stabilità. Sarà in generale sempre possibile ottenere una buona miscela, ben compressa; non così può dirsi per la stagionatura, cui spesso osta la necessità di usufruire al più presto dell'opera eseguita. Specialmente sotto questo aspetto può essere utilmente consigliabile di aggiungere alla miscela cementizia una sostanza atta a fissare in breve tempo la calce libera in modo da raggiungere un assetto molecolare stabile, atto a resistere all'azione degradatrice degli acidi grassi. Fra le varie materie che possono essere supposte atte a raggiungere questo intento, quella che per condizioni economiche e per facilità di provvista e messa in opera appare preferibile sembra essere la pozzolana finamente polverizzata, che contenendo naturalmente molta silice attiva (solubile) può ritenersi atta a saturare la calce, e quindi ad impedire, od almeno a ritardare la disaggregazione. Questa aggiunta si presenta tanto più consigliabile in quanto chè essa, sebbene con diverso intento, è già entrata nella fase pratica pei lavori esposti all'azione dell'acqua marina con risultato, a quanto sembra, favorevole. Nel caso speciale la silice attiva della pozzolana si comporrebbe colla calce libera fissandola, e conseguentemente verrebbe impedita la sua combinazione cogli acidi delle materie grasse.

Partendo da questo concetto il 15 agosto 1910 ho preparato 72 campioni da assoggettare ad esperienze ed aventi le composizioni seguenti espresse in peso.

N. 1 — malta 1:3 — una parte di buon cemento portland e tre di sabbia normale del Reno (Bologna).

Campioni N. 24 — dodici aventi la forma normale per prove a trazione e dodici quella per prove alla compressione. I campioni sono stati conservati un giorno all'aria ed il giorno dopo sono stati immersi nell'acqua entro le vasche di stagionatura o maturazione.

N. 4 — malta 1:3 — una parte dello stesso cemento portland e tre parti di una miscela di $^{9}/_{10}$ di sabbia normale del Reno (Bologna) ed $^{1}/_{10}$ di pozzolana di Bacoli finamente polverizzata (macinata). Il resto come al N. 1.

N. 5 — malta 1:3 — una parte dello stesso cemento portland e tre parti di una miscela di $^{8}/_{10}$ di sabbia normale del Reno (Bologna) e $^{2}/_{10}$ di pozzolana di Bacoli finamente polverizzata (macinata). Il resto come al N. 1.

Tutte le indicazioni relative alle composizioni e miscele si intendono fatte in peso.

Il 1° novembre 1910 vennero estratti dalle vasche di maturazione per ciascun numero otto campioni per prove a trazione ed otto campioni per prove a compressione.

Il 20 dicembre 1910 entro una vaschetta portatile riempita di olio puro di uliva vennero immersi per ciascun numero quattro campioni per prove a tensione e quattro per prove a compressione.

Il 1° marzo 1911 entro una vaschetta portatile riempita di olio d'uliva rancido vennero immersi per ciascun numero i quattro campioni residui per prove a trazione e quelli per prove a compressione.

I due recipienti chiusi con apposti coperchi furono posti entro un armadio ed ivi conservati fino al marzo 1912, cioè per non meno di dodici mesi.

Tolte le vaschette dall'armadio il 2 marzo 1912 ed esaminato il contenuto vennero fatte le osservazioni seguenti:

a) Il liquido nel recipiente contenente olio rancido era coperto di una leggera velatura iridescente, mentre nell'altro l'olio usato puro era perfettamente limpido.

b) I campioni del N. 1, cioè non contenenti pozzolana, in entrambi i recipienti erano coperti di una materia molliccia, più vischiosa ed aderente però nel recipiente contenente olio rancido. Questa materia aveva l'aspetto di sapone molle ed è sembrato superfluo farne l'analisi chimica.

c) I campioni contenuti nella bacinella con olio rancido erano coperti maggiormente di materia saponacea in confronto di quelli che erano stati conservati nel recipiente con olio d'uliva puro.

d) I campioni del N. 4 (contenenti $^1/_{10}$ di pozzolana) erano molto meno coperti di materia saponacea. Quelli immersi nell'olio puro presentavano piccolissime quantità di tale materia ed a chiazze, quelli invece conservati nell'olio rancido erano pressochè involti da uno strato saponaceo, minore sì, ma comparabile a quello riscontrato nei campioni del N. 1 immersi nell'olio puro.

e) I campioni del N. 5 tanto nell'una quanto nell'altra bacinella non presentavano traccie di materia saponacea, tutt'al più su di essi si notava una leggera velatura di materia mal definibile ed eppena apprezzabile.

f) Nessun campione presentava cavernosità o screpolature accentuate o segni premonitori di prossima disaggregazione. In uno soltanto fu notato uno *smanco* laterale in corrispondenza ad uno spigolo, ma esso aveva l'aspetto evidente di un difetto di fabbricazione nella formazione del campione.

g) Estratti dall'olio due campioni per ogni numero o specie, questi furono lavati prima nell'acqua calda e poscia nell'acqua di soda e posti sopra una tavola di legno ad asciugare. Il giorno dopo (3 marzo 1912) i detti campioni furono assoggettati alle prove di resistenza, le quali dettero i risultati medî (media di due prove) contenuti nel seguente prospetto.

Campioni conservati sott'acqua dal 16 agosto 1910 al 2 marzo 1912.
(media di due esperienze)

	Sforzo di tensione per c. m. q.	Sforzo di compressione per c. m q.
N. 1	43,3	415
N. 4	48,5	399
N. 5	38,5	330

Campioni conservati immersi nell'olio d'ulivo puro dal 20 dicembre 1910 al 2 marzo 1912.
(media di due prove)

	Sforzo di trazione per c. m. q.	Sforzo di compressione per c. m. q.
N. 1	42,1	416
N. 4	53,6	352
N. 5	40,8	347

Campioni conservati immersi nell'olio d'ulivo rancido dal 1° marzo 1911 al 2 marzo 1912.
(media di due prove)

	Sforzo di trazione per c. m. q.	Sforzo di compressione per c. m q
N. 1	41,9	302
N. 4	52,6	361
N. 5	38,8	301

h) I campioni residui; dopo averli liberati dalla materia saponacea, che li riveste, saranno ancora immersi nell'olio, opportunamente filtrato, e conservati ancora per un anno nelle medesime condizioni dell'anno precedente all'intento di riconoscere se l'azione della pozzolana è persistente oppure ritarda soltanto l'azione degradatrice degli acidi grassi.

Dalle osservazioni superiormente esposte almeno per il primo anno di prova risulta evidente l'azione protettrice che l'aggiunta della pozzolana polverizzata finamente (macinata) nella proporzione di circa il 20 % alle miscele cementizie esercita rispetto alla conservazione di tali impasti in presenza di olî e materie grasse e conseguentemente la grande utilità che gli ingegneri possono ricavare dall'uso di questo espediente nella tecnica esecutiva.

SULLA PENDENZA E SULLA STABILITÀ DELLA TORRE ASINELLI DI BOLOGNA

MEMORIA

DEL

PROF. FRANCESCO CAVANI

(letta nella Sessione del 24 marzo 1912)

(CON SPECCHIO E TAVOLA)

1. SCOPO DELLO SCRITTO. La torre Asinelli di Bologna, così chiamata dal nome della illustre famiglia che la fece costruire verso il 1100 o poco dopo, è uno dei monumenti più pregevoli non solo fra quelli di tal genere che si trovano in Bologna, ma anche fra quelli consimili di tutte le altre terre italiane.

Non è qui il luogo di dire della sua costruzione, della sua storia e delle vicende a cui è andata soggetta. Molti hanno scritto di tale torre e basterà citare il Gozzadini (1) e l'Ambrosini (2) l'ultimo dei quali specialmente ha, con molta erudizione, riunito e pubblicato tutto ciò che di più importante si riferisce ad essa.

La torre Asinelli, sebbene impavida abbia sfidato molti secoli, non che gravi movimenti tellurici del suolo, pur tuttavia per l'ardita sua costruzione e specialmente per la sensibile inclinazione del suo asse dalla verticale, solleva qualche dubbio sulle sue condizioni statiche e giustifica uno studio razionale e completo sulla sua pendenza e sulla sua stabilità.

Molteplici determinazioni della pendenza di questa torre furono fatte in passato e furono riportate dall'Ambrosini, ma tutte poco attendibili e forse ottenute con procedimenti e criteri non esatti, all'infuori di quella del Prof. Respighi eseguita nel 1856 con un metodo teoricamente giusto, ma praticamente tale da non poter dare risultati da ritenersi molto prossimi al vero.

Il rilevamento planimetrico ed altimetrico di una costruzione, come la torre Asinelli, presenta molte difficoltà non teoriche ma pratiche. Chiusa in mezzo a fabbricati di una

(1) Delle Torri gentilizie di Bologna e delle famiglie alle quali appartennero. Studi del conte Giovanni Gozzadini. — In Bologna presso Nicola Zanichelli, 1875.

(2) R. Ambrosini. La Torre degli Asinelli. — Bologna, libreria Romagnoli dall'Acqua, 1904.

certa altezza, con strade che conducono ad essa, tutte strette ed alcune anche in curva, non ha zone di terreno circostanti che permettano un facile rilievo dall'esterno con strumenti goniometrici. Solo il rilievo interno per mezzo di fili a piombo, è possibile e può dare risultati di sicura attendibilità, purchè fatto con criteri precisi e razionali.

Scopo di questo scritto è appunto quello di indicare sommariamente il metodo tenuto in quel rilievo, che credo sia l'unico possibile e da consigliare in casi di questo genere, e di esporne i risultati, facendo conoscere dei dati e degli elementi riguardanti quella torre che non furono mai determinati e neppure presi in considerazione.

Nessuna determinazione poi, relativa alla stabilità della torre Asinelli è mai stata fatta o resa nota e quindi i risultati degli studi fatti anche a tale riguardo, coi metodi noti della scienza delle costruzioni, ed esposti in questo scritto, avranno il pregio di non essere mai stati prima d'ora conosciuti (1).

2. Forma della torre. La torre Asinelli ha la forma apparente di due tronchi di piramide a basi quadrate o rettangolari, fra loro sovrapposti, l'inferiore dei quali parte dal suolo ed arriva a poco più di un terzo dell'altezza della torre ove essa è circondata da una corona di merli, restringendosi la sua sezione esterna, e l'altro superiore parte da questa altezza ed arriva sino alla corona dei merli che recingono la piattaforma superiore. Sopra a questa piattaforma o terrazza superiore vi è la cella campanario o Torresotto o Torresino, come si chiamava in antico, ricostruito nel 1659 (2) e che, colle sue fronti e coi suoi spigoli verticali, serve a dimostrare che la pendenza della Torre non è aumentata da quell'epoca sino ad oggi.

La base della Torre fu nel 1488 (3) circondata dall'attuale terrazza merlata sostenuta da arcate che si trasformarono poi in botteghe da ramai, chiuse solo da poco tempo per ristaurarle e destinarle ad altri usi.

La forma della Asinelli non è però quella apparente dei soli due tronchi di piramide sopra indicati, poichè essa è in tutta la sua altezza diversamente piegata e contorta.

Lo osserva giustamente il prof. Respighi in un suo rapporto al Senato di Bologna, in data 3 luglio 1856, sulla determinazione della pendenza della Torre, pubblicato dall'Ambrosini nel 1904 (4).

Il prof. Respighi scrive che la forma della Torre è *quella di un solido composto di diversi tronchi di piramide più o meno irregolari e sovrapposti gli uni agli altri in modo non simmetrico e aventi i loro assi situati in diversi piani verticali e più o*

---

(1) Nota. I rilevamenti della torre furono eseguiti dal prof. ing. Dino Zucchini, coadiuvato dagli ingegneri Landini Armando e Rizzoli Gustavo; i disegni dei rilievi furono fatti in parte dai detti Ingegneri e dall'ing. Guglielmo Golfarelli e in parte dai disegnatori dell'ufficio di Edilità ed Arte del Comune di Bologna. Questi rilevamenti, per i quali si impiegarono parecchi mesi di lavoro, furono eseguiti per incarico dell'Amministrazione Comunale di Bologna.

(2) Ambrosini l. c. Documenti XVI e XVII.

(3) Ambrosini l. c.

(4) Ambrosini l. c. Documento n. XIX.

meno tutti inclinati alla verticale; cosicchè a tutto rigore parlando ad ogni tronco corrisponde una speciale pendenza in un piano speciale.

Queste dichiarazioni del prof. Respighi sono pure ora pienamente confermate dai risultati riportati in questo scritto, deducendoli dai rilevamenti particolareggiati fatti sulla Torre.

Il prof. Respighi dedusse le su esposte conclusioni sulla forma della torre Asinelli nel dicembre del 1852, come dichiara Egli stesso nella già citata relazione, in occasione di esperienze da lui iniziate sul pendolo, che non fece però oggetto di speciale pubblicazione, poichè per altri suoi studi importanti sul pendolo, pubblicati nelle Memorie di questa Accademia nel 1854 (1), Egli si servì di esperienze fatte entro la chiesa di San Petronio.

Delle dette conclusioni il Prof. Respighi non si servì neppure per la determinazione della pendenza della Torre, da Lui fatta nel 1856 e ripetuta nel 1872, poichè allora la considerò come costituita da un solo tronco di piramide dalla base al piano terra, alla sommità al piano del terrazzo merlato superiore su cui si eleva la cella campanaria.

3. Metodo di rilevamento. Il rilievo della Torre Asinelli nelle condizioni attuali non poteva farsi razionalmente altrochè col metodo che qui brevemente si descrive.

Dalla volta che sostiene il piano del terrazzo superiore si sono fatti discendere, perforando opportunamente una volta intermedia, i ripiani e le scale, tre fili a piombo individuati coi numeri 1, 2 e 3 (fig. 2) e coi loro assi nello stesso piano verticale. Un quarto filo a piombo, distinto col n. 4, si è pure fatto discendere dall'intradosso della superiore, discosto dai primi ed in tale posizione da poter arrivare sino al piano terra, o a poca distanza da tale piano, in modo da essere poi utilizzabile per le osservazioni, sui moti diurni e periodici della Torre, che si dovevano iniziare e che furono iniziate per prova nello scorso anno 1911, continuandole regolarmente nel corrente anno 1912.

I primi tre fili a piombo dovendo essere disposti in modo conveniente per il rilievo, non potevano a causa della pendenza della Torre arrivare sino al fondo come l'altro n. 4 e perciò si fermarono all'altezza della sezione trasversale n. II (fig. 1).

I quattro fili a piombo, sin qui indicati, hanno servito al rilevamento di tutte le sezioni della Torre dalla II alla XIX (fig. 1) comprese fra la volta superiore e il piano del terrazzo inferiore.

Per fare il rilevamento della parte al disotto del terrazzo inferiore, prima di abbandonare i fili a piombo 1, 2 e 3, si è fatto discendere il filo a piombo n. 5 collegato esattamente ai tre primi ed a quello n. 4.

Il filo a piombo n. 5 arriva come il 4 al piano terra, ed unitamente agli altri fili a piombo individuati coi numeri 6, 7 ed 8, successivamente messi in posizioni convenienti, serve al rilevamento di tutta la parte interna più bassa della Torre.

---

(1) Sul moto del pendolo. Memoria del prof. Lorenzo Respighi. — Memorie dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna. — Bologna 1854.

Alla rete di fili a piombo, sin qui descritta, si sono collegati tre allineamenti fatti uscire rispettivamente dall'androne d'ingresso della Torre e dalle aperture d'uscita sui due terrazzi inferiore e superiore. A questi allineamenti si sono appoggiati tre rettangoli tracciati intorno alla torre al piano terra e sui due terrazzi per i rilevamenti esterni in quelle parti ove erano necessari e si potevano effettuare. I due rettangoli inferiori sono pure stati collegati fra loro esternamente, abbassando delle linee verticali dal terrazzo inferiore al piano terra, per avere una serie di riprove nel rilevamento della base della Torre.

Le operazioni di rilevamento nelle diverse sezioni della Torre si sono fatte colle regole comuni e più razionali della Geometria pratica. Ai fili a piombo si è data una perfetta immobilità chiudendo tutti i fori e le aperture delle pareti della Torre; le diverse sezioni si sono individuate esattamente facendone tracciare i contorni con linee bianche orizzontali; gli strumenti di misura erano stati esattamente campionati; nessun punto è stato rilevato senza riprove; le intersezioni dei punti si sono quasi sempre fatte con 4 e più misure e quindi con diverse riprove, raramente con solo 3 misure e con una sola riprova; si misuravano sempre per riprova le diagonali e lunghezze dei lati interni di ogni sezione; le grossezze dei muri erano prese in tutti i molti fori che attraversano le pareti della Torre in tutta la sua altezza.

La parte più importante della torre Asinelli, quella cioè compresa fra le sezioni II e XIX (fig. 1) comprendente una altezza di m. 81.25 su quella totale di m. 97,20 è stata tutta rilevata coi primi quattro fili a piombo e i risultati ottenuti in tale rilievo presentano la maggiore attendibilità possibile, non essendo mai stato necessario cambiare le linee di appoggio. Anche i rilevamenti delle parti estreme superiore ed inferiore della Torre presentano un conveniente grado di attendibilità, ma siccome però sono stati indispensabili dei cambiamenti nelle linee d'appoggio, così possono esservi alcune piccole inesattezze inevitabili nei collegamenti dei diversi rilievi; inesattezze che per le molte riprove fatte si possono ritenere sempre trascurabili.

Il rilevamento della Torre è stato fatto con 22 sezioni trasversali e con 2 sezioni verticali.

Al piano terra, entro le botteghe, vi è un rivestimento in blocchi di gesso in gran parte scalpellato ed anche asportato, cosichè non è possibile determinare esattamente le dimensioni della base della Torre. Tale rivestimento non è del tutto esterno, poichè una parte di esso apparisce incastrato nelle pareti della Torre, così da doversi considerare come proseguimento del muro soprastante. Ciò nullameno la base attuale della Torre Asinelli al piano terra si può ritenere sia quella di un rettangolo di m. 8.62 nei lati a Sud e a Nord e di m. 8.58 in quelli ad Est e ad Ovest.

La Torre Asinelli non è orientata a pieno Nord, ma è disposta in modo che le sue fronti verso Ovest e verso Est fanno colla direzione del meridiano un angolo di circa 20°, misurato a partire dal Nord andando verso Est. Si possono però individuare sempre le sue fronti colla denominazione dei punti cardinali a cui sono rivolte, essendo relativamente piccolo l'angolo di deviazione azimutale sopra indicato.

All' altezza dei merli intermedi la Torre restringe la sua sezione esterna di m. 0.38 in media per lato, restando così divisa nei due tronchi di piramide sin qui considerati. Le basi estremi di tali tronchi hanno le dimensioni seguenti :

	Lati			
	Nord	Est	Sud	Ovest
Tronco inferiore	metri	metri	metri	metri
Sezione II piano terrazzo inferiore	8. 05	7. 98	7. 98	8. 05
» VIII sotto merli intermedi	7. 76	7. 70	7. 68	7. 70
Tronco superiore				
Sezione IX sopra merli intermedi	6. 98	6. 95	6. 89	6. 94
» XIX sotto volta terrazzo sup.	6. 41	6. 54	6. 56	6. 47

Nella sua parte inferiore la Torre presenta un vano interno circolare del diametro di m. 2.20 sino all' altezza della sezione II, e al di sopra di tale sezione il vano diventa rettangolare colle dimensioni di m. 2.78 (lati Nord e Sud) per 2.80 (lati Est ed Ovest) che man mano aumentano nel salire, a causa di riseghe interne nei muri perimetrali. Queste riseghe sono in numero di 17 che diminuiscono la grossezza dei muri da m. 2.70 che tale può ritenersi al piano terra, non comprendendovi il nucleo centrale, a m. 2.48 al piano del terrazzo inferiore e poi a m. 2.19 sotto al piano dei merli intermedi e a m. 1.81 sopra tale piano, per discendere a m. 0.95 sotto alla volta che sostiene il terrazzo superiore.

Il nucleo di muratura al basso, che dà al vano interno la sezione circolare, è dubbio se sia stato costruito contemporaneamente, o posteriormente ai muri della Torre. In diverse sue parti però lo si vede incastrato nei muri e quindi si può concludere che esso pure contribuisce a sostenere tutto il peso superiore della Torre.

4. Altezza della Torre. La misurazione dell' altezza della Torre Asinelli, come quella di tutti gli altri monumenti consimili, presentava pure difficoltà non lievi per ottenere un grado sufficiente di attendibilità nel risultato. Si sono superate tali difficoltà disponendo internamente, a distanze verticali variabili fra 3 e 5 metri, delle staggie in legno colla faccia superiore resa orizzontale con livellette a bolla d' aria, e misurando con canne esattamente campionate e disposte verticalmente col sussidio di fili a piombo, le distanze verticali fra le faccie superiori di dette staggie.

A destra della porta d' ingresso della Torre vi è un caposaldo verticale dell' Istituto geografico militare, che ha la quota di m. 62,209 sul livello del mare, ed al piano terra in corrispondenza della verticale passante per detto caposaldo, si è fissato un punto di riferimento colla quota di m. 59,925, corrispondente a quella della soglia della porta d' ingresso della Torre. A questo punto si è riferita la misurazione del-

l'altezza, poichè nella determinazione di questa ha evidentemente molta importanza tanto il punto da cui si parte al piano terra, come quello a cui si arriva alla estremità superiore; e per estremo superiore dell'altezza della Torre, si è preso, come fece il Respighi, il punto più alto della copertura del Torresino, sotto all'appoggio della palla fissata sul Torresino stesso.

L'altezza della Torre Asinelli è così risultata di

m. 97,20

inferiore di m. 0,70 a quella determinata dal prof. Respighi nel 1856 in m. 97,90 e di soli cent. 9 a quella misurata dal sig. Giovanni Falzoni nel 1872 e riportata dall'Ambrosini e dal Gozzadini nelle pubblicazioni più volte citate.

Il prof. Respighi non espone come abbia determinata l'altezza della Torre, e quindi non si hanno elementi per dare ragione della differenza che ora si riscontra; non si sa neppure quale sia stato il punto di riferimento al piano terra e può darsi che la differenza dipenda dalla scelta di tale punto, poichè anche attualmente si hanno differenze di livello sensibili nel terreno circostante alla Torre, che salgono sino a m. 0,336, avendosi la quota minima di m. 59,782 all'angolo *SO* e la massima di m. 60,118 a quello *NE*.

Nelle misurazioni attuali si è cercato con ogni cura di rendere minimi gli errori irregolari e di eliminare le cause degli errori regolari. Queste cause tendono sempre a dare errori in più e quindi l'avere ottenuto ora un'altezza minore, anche in confronto alla misura del Falzoni, lascia presumere una maggiore attendibilità nel valore di tale altezza.

5. Pendenza dell'asse. Per determinare l'inclinazione dalla verticale dell'asse della Torre, o di un tronco di essa, bisogna ammettere, come si fa di consueto, l'ipotesi di considerare per asse, la retta che unisce i centri di figura delle due sezioni estreme di tutta la Torre, o del tronco che si considera.

Conviene pure distinguere, come non si fa comunemente, fra inclinazione, pendenza e strapiombo dell'asse, di un suo tronco, di uno spigolo o di una fronte della Torre. L'inclinazione è l'angolo che l'asse od un suo tronco, uno spigolo o la linea di massima pendenza di una fronte fanno colla verticale; la pendenza dalla verticale è la tangente trigonometrica di tale angolo e lo strapiombo è la proiezione orizzontale di tutta la lunghezza dell'asse o di un suo tronco, di quella dello spigolo o della detta linea di massima pendenza. La denominazione di pendenza si può però, come d'uso, ritenerla generica per indicare l'inclinazione della Torre dalla verticale.

Per la determinazione della pendenza dell'asse è conveniente considerare ora soltanto la porzione della Torre al disopra del piano del terrazzo inferiore, ossia della sezione II, e non la parte al disotto circondata dalle botteghe, per le difficoltà che si sono presentate nel rilevamento di tale parte e per l'indecisione che si ha nelle dimensioni della Torre al piano terra, che potrebbero dare ai risultati un grado minore di approssimazione.

Colle misure fatte direttamente nella Torre e col sussidio della fig. 2 che rappresenta le proiezioni orizzontali dei perimetri delle sezioni principali della Torre disegnati in grande scala, si sono determinati gli strapiombi dell'asse e delle sue parti. La inclinazione α dalla verticale, di una data linea, lo strapiombo s e la distanza verticale a fra i punti estremi della linea stessa hanno fra loro la relazione

$$\text{tang } \alpha = \frac{s}{a}$$

Nello specchio seguente sono esposti i risultati ottenuti per l'intero asse e per i suoi tronchi principali:

Sezioni estreme	Distanze verticali fra le sezioni	Strapiombi	Inclinazioni dell'asse
	metri	metri	gradi
II e XX	81, 250	2, 045	1°. 26'. 30''
II e XIX	75, 494	1, 935	1 . 28 . 5
IX e XX	53, 830	1, 305	1 . 23 . 20
IX e XIX	48, 074	1, 180	1 . 24 . 33
II e VIII	25, 220	0, 680	1 . 32 . 40

Da questi risultati si deduce che l'inclinazione maggiore dell'asse della Torre Asinelli si ha nel tronco inferiore fra le sezioni II ed VIII, ossia fra il piano del terrazzo inferiore e quello dei merli intermedi.

Le differenze d'inclinazione dell'asse fra le prime due misure e fra la terza e la quarta dipendono dall'avere considerata o no, la parte superiore della Torre fra le sezioni XIX e XX. Questa parte si è tenuta distinta perchè rilevata cambiando le linee di appoggio e quindi introducendo una nuova causa d'errore. Essa ha una pendenza diversa da quella sottostante, e perciò la pendenza dell'asse varia rispettivamente nello stesso senso di 1'.35'' e di 1'.13'', quantità che sono di un ordine di grandezze trascurabili in un rilievo di questo genere, che presenta tante e così gravi difficoltà, e che per la piccola differenza che hanno fra di loro servono di riprova ai risultati ottenuti.

Se ora l'asse della torre, nelle parti sopra e sotto al piano dei merli intermedi, si prolunga colle inclinazioni determinate per i tronchi compresi fra le sezioni II-VIII, e IX-XX sino ad incontrare il detto piano, e si determinano gli strapiombi delle due parti della Torre per le sezioni II e XX separate dal piano stesso, si ottengono rispettivamente gli strapiombi m. 0,712 e m. 1,329 che sommati insieme danno lo strapiombo per i piani dei due terrazzi inferiore e superiore di m. 2,041, che si può dire eguale a quello di m. 2,045 ottenuto direttamente e riportato nello specchio prece-

dente, poichè vi è solo la differenza di 4 millimetri. Si ha così una riprova dello strapiombo dell'asse per la parte principale e più importante della Torre.

Prendendo da ultimo a considerare anche la base della Torre, al disotto del piano dei merli inferiori, che ha l'altezza di m. 7,825, e supponendo l'asse del tronco inferiore sin qui considerato, prolungato, colla inclinazione di 1°.32'.40'' sino al piano terra, si ottiene uno strapiombo per quest'ultima parte di m. 0.21.

Lo strapiombo totale dell'asse dal piano terra al piano del terrazzo superiore risulta così di

m. 2,25

con una inclinazione alla verticale di

1°.26'.49''

e con una pendenza per tutta l'altezza della Torre, escluso il Torresino superiore, del

2.525 per $^0/_0$

L'asse della Torre è inclinato verso Ovest e il piano d'inclinazione fa colla direzione del lato Nord della base un angolo di circa

1°.47'

misurato a partire dall'Ovest nel senso Ovest-Nord-Est.

6. Pendenze degli spigoli. Le inclinazioni degli spigoli dalla verticale sono naturalmente diverse fra loro e diverse da quella dell'asse, a causa della rastremazione esterna della Torre dal basso all'alto. Non si possono quindi confondere queste inclinazioni le une colle altre e prendere per pendenza della Torre quella di uno spigolo, come spesso si è fatto in passato.

Gli spigoli più pendenti sono quelli che hanno la rastremazione nel senso della pendenza, poichè parte della rastremazione si somma colla pendenza. Nella Torre Asinelli gli spigoli più pendenti sono quelli della fronte Est, poichè la Torre è tutta inclinata verso l'Ovest.

Nel determinare gli strapiombi degli spigoli della Torre, e quindi anche le loro inclinazioni e pendenze, bisogna considerare la Torre stessa divisa nei due tronchi di piramide più volte indicati, dal piano dei merli intermedi, poichè all'altezza di tale piano, essa restringe la sua sezione esterna, come si è già detto, di m. 0,38 in media su ogni lato.

Dalle misurazioni prese nel rilevamento della Torre e da quelle che si possono desumere dalla fig. 2, considerando i tronchi compresi fra le sezioni II-VIII e IX-XIX che, come già si è detto, sono quelli per i quali si può fare il rilevamento col maggior grado di approssimazione, si ottengono i risultati dello specchio seguente:

Spigoli	Strapiombi Tronco		Inclinazioni dalla verticale Tronco		Senso della inclinazione
	inferiore fra le sezioni II-VIII	superiore fra le sezioni IX-XIX	inferiore fra le sezioni II-VIII	superiore fra le sezioni IX-XIX	
	metri	metri	gradi	gradi	
SE	0, 856	1, 330	1°. 56′. 39″	1°. 35′. 5″	all' interno
NE	0, 805	1, 465	1 . 49 . 45	1 . 44 . 44	id.
SO	0, 507	1, 020	1 . 17 . 41	1 . 13 . 58	all' esterno
NO	0, 520	0, 910	1 . 10 . 52	1 . 5 . 4	id

I risultati ottenuti dimostrano ciò, che si è già detto, e cioè che gli spigoli di maggiore inclinazione sono quelli della fronte Est, poichè la Torre pende quasi totalmente verso Ovest e per essi la pendenza aumenta in causa della rastremazione.

Nel tronco inferiore lo spigolo più pendente è quello *SE*, poichè questo tronco ha una piccola pendenza anche verso Nord e per la stessa ragione lo spigolo *SO* è più pendente di quello *NO*.

Nel tronco superiore lo spigolo più pendente è invece il *NE* in causa della torsione che la Torre ha su stessa.

Riesce ora molto facile colle inclinazioni sopra determinate, calcolare gli strapiombi dei diversi spigoli negli interi due tronchi in cui si divide la Torre al disotto del Torresino. I risultati che si ottengono sono i seguenti:

Spigoli	Strapiombi — Tronchi dal piano dei merli intermedi al piano	
	del terreno	del terrazzo sup.
	metri	metri
SE	1, 162	1, 517
NE	1, 093	1, 671
SO	0, 774	1, 163
NO	0, 706	1, 038

Gli strapiombi degli spigoli per l'altezza di m. 89,075 dal piano terra a quello del terrazzo superiore non hanno importanza e neppure un significato speciale, poichè non si hanno spigoli continui per tale altezza. Le due parti di ogni spigolo, sin qui

considerate, hanno inclinazioni diverse e in direzioni non coincidenti fra loro e di più vi è il restringimento della sezione esterna della Torre al piano dei merli intermedi.

7. Pendenza delle fronti. Le inclinazioni delle fronti, come già quelle degli spigoli, non si possono determinare per tutta l'altezza della Torre, poichè ogni fronte è divisa in due parti dal restringimento della sezione esterna al piano dei merli intermedi. Bisogna quindi, anche per le fronti, considerare la Torre divisa in due tronchi di piramide dal detto piano.

Le fronti della Torre, tanto nella parte inferiore come e più specialmente nella superiore, non sono costituite da piani inclinati, ma da superfici sghembe in causa della contorsione della Torre stessa e delle diverse pendenze che si ha nelle varie sue parti, poichè si può dire che ad ogni porzione di essa, compresa fra due riseghe interne consecutive, corrisponde una diversa torsione e una diversa pendenza. Bisogna quindi ammettere l'ipotesi di prendere come inclinazione di ogni porzione di fronte quella della retta che dal punto di mezzo della base superiore della porzione stessa, si abbassi in direzione normale alla rispettiva base inferiore; linea retta che si può ritenere rappresenti quella di massima pendenza di ogni porzione di fronte.

Per le ragioni esposte precedentemente, conviene pure qui allo scopo di determinare le inclinazioni suddette, col maggior grado di approssimazione, considerare i due tronchi della Torre compresi fra le sezioni II e VIII per il tronco inferiore, e IX e XIX per quello superiore.

Le calcolazioni fatte danno luogo ai risultati seguenti:

Fronti	Strapiombi — Tronco		Inclinazioni dalla verticale — Tronco		Senso della inclinazione
	inferiore fra le sezioni II-VIII	superiore fra le sezioni IX-XIX	inferiore fra le sezioni II-VIII	superiore fra le sezioni IX-XIX	
	metri	metri	gradi	gradi	
Est	0, 817	1, 385	1°. 51′. 19″	1°. 39′. 1″	verso Ovest
Ovest	0, 517	0, 932	1 . 10 . 32	1 . 6 . 41	id.
Sud	0, 205	0, 210	0 , 27 . 57	0 . 15 . 1	verso Nord
Nord	0, 104	0, 215	0 . 14 . 14	0 . 15 . 22	» Sud

La fronte Est è quella più pendente, tanto nel tronco inferiore come in quello superiore, e ciò a causa della rastremazione della Torre che si somma colla pendenza; la fronte Ovest è meno pendente della prima sempre in causa della rastremazione che per essa ha direzione contraria a quella della pendenza. Per le fronti Sud e Nord si può dire che non vi è pendenza, poichè gli angoli di inclinazione sopra determinati dipendono quasi totalmente dalla rastremazione della Torre, come si vedrà più avanti, e solo nella parte inferiore si avrebbe una leggera inclinazione verso Nord.

Determinando ora gli strapiombi delle fronti, nei due tronchi considerati, per tutta la loro altezza, cogli angoli di inclinazione alla verticale sopra riportati, si ottengono i seguenti risultati :

Fronti	Strapiombi — Tronchi dal piano dei merli intermedi al piano	
	del terreno	del terrazzo sup.
	metri	metri
Est	1, 110	1, 580
Ovest	0, 703	1, 064
Sud	0, 278	0, 240
Nord	0, 142	0, 245

In riguardo agli strapiombi ottenuti per i due tronchi della Torre, si deve ripetere, ma solo in parte, ciò che si è detto per gli spigoli, qualora si volesse considerare la Torre stessa tutta unita in un solo tronco di piramide e non divisa in due. Tali strapiombi non possono poi servire a studi di confronto con altre determinazioni, se non quando si tenga conto della rastremazione esterna della Torre.

8. Rastremazione esterna della Torre. La Torre Asinelli è rastremata nelle sue fronti esterne, tanto nel tronco inferiore come nel superiore, e ciò si deduce dalle dimensioni delle sezioni inferiori e superiori riportate nello specchio al n. 3 di questa nota. Con quelle dimensioni, che si riferiscono ai soliti tronchi della Torre considerati sin qui come quelli il cui rilievo presenta il maggior grado di approssimazione, si possono determinare gli strapiombi medii di ogni fronte da considerare come quelli della linea che si è presa come linea di massima pendenza della fronte stessa. Le differenze che si riscontrano negli strapiombi dovuti alla rastremazione su ogni lato, dipendono in massima parte da inesattezze di costruzione della Torre e solo in piccola parte possono dipendere dalla pendenza e dalla torsione dei diversi tronchi di essa.

I risultati di quelle determinazioni sono i seguenti :

	Fronti	Strapiombi medii	Angoli corrispondenti di rastremazione
		metri	gradi
Parte inferiore fra le sezioni II e VIII	Nord Sud	0, 157	0°. 21′. 28″
	Est Ovest	0, 147	0 . 20 . 5
Parte superiore fra le sezioni IX e XIX	Nord Sud	0, 222	0 . 15 . 44
	Est Ovest	0, 220	0 . 16 . 5

Le rastremazioni degli spigoli a nulla servono per lo studio della pendenza, poichè l' inclinazione della Torre si può ritenere tutta verso Ovest e quindi in una direzione che fa un angolo di circa 45° colle direzioni delle rastremazioni degli spigoli stessi.

9. Riprove delle pendenze. Lo studio della rastremazione serve di riprova a quello fatto sulle inclinazioni dalla verticale e sugli strapiombi delle fronti e dell' asse; non serve per gli spigoli per le ragioni precedentemente indicate.

Prendendo in esame i soliti due tronchi e considerando le fronti Est e Ovest, che sono quelle pendenti, si deve osservare che l'inclinazione dovuta alla rastremazione si somma con quella della pendenza, e la fa crescere, per la fronte Est, ed è in senso contrario alla pendenza per la fronte Ovest e la fa diminuire per tale fronte.

Considerando le fronti Nord e Sud si ha che per il tronco inferiore le inclinazioni dovute alla pendenza ed alla rastremazione sono dalla stessa parte della verticale e quindi vanno sempre sottratte l' una dall' altra e che per il tronco superiore non vi è pendenza.

Mettendo a confronto le inclinazioni dalla verticale delle diverse fronti, eliminate le parti dovute alla rastremazione, si hanno i risultati che seguono :

Tronchi della Torre	Fronti	Direzioni delle pendenze	Inclinazioni dalla verticale dovute alla pendenza	Inclinazioni dalla verticale dovute alla rastremazione da		Inclinazioni risultanti	Differenze
				aggiungere	togliere		
			gradi	gradi	gradi	gradi	secondi
Inferiore	Est	verso Ovest	1°. 51′. 19″	—	0°. 20′. 5″	1°. 31′. 14″	37
»	Ovest	id.	1 . 10 . 32	0′. 20′. 5″	—	1 . 30 . 37	
»	Nord	verso Sud	0 . 14 . 14	—	0 . 21 . 28	0 . 7 . 14	45
»	Sud	» Nord	0 . 27 . 57	—	0 . 21 . 28	0 . 6 . 29	
Superiore	Est	verso Ovest	1 . 39 . 1	—	0 . 15 . 55	1 . 23 . 6	30
»	Ovest	id.	1 . 6 . 41	0 . 15 . 55	—	1 . 22 . 36	
»	Nord	verso Sud	0 . 15 . 22	—	0 . 15 . 44	trascurabile	
»	Sud	» Nord	0 . 15 . 1	—	0 . 15 . 44	id.	

Le differenze che si ottengono, sempre inferiori al minuto primo, sono piccolissime e sensibilmente inferiori alle tolleranze che si possono fissare per tal genere di operazioni. Si ha quindi una riprova dei risultati ottenuti nella determinazione delle inclinazioni alla verticale delle fronti della Torre, poichè le fronti parallele sono ugualmente inclinate.

Si può avere una riprova anche per gli strapiombi delle fronti Est ed Ovest, poichè delle altre due non è il caso di occuparsi. Gli strapiombi dello specchio al n. 8 di questa nota si riferiscono ai due tronchi della Torre fra le sezioni II-VIII, e IX-XIX: da essi è facile dedurre gli strapiombi corrispondenti alle intere altezze dei due tronchi della Torre. Tali tronchi avendo le altezze di m. 34,250 per l'inferiore e di m. 54,825 per il superiore, danno uno strapiombo delle fronti Est ed Ovest dovuto alla rastremazione della Torre di m. 0,214 per il primo e di m. 0,251 per il secondo.

Prendendo ora gli strapiombi del 2° specchio del n. 7 di questa nota e prescindendo dal restringimento della sezione al piano dei merli intermedi si hanno gli strapiombi totali seguenti per le fronti Est ed Ovest della Torre:

Fronte Ovest

$$\text{metri } 1{,}064 + 0{,}703 + 0{,}214 + 0{,}251 = 2{,}232$$

Fronte Est

$$\text{metri } 1{,}580 + 1{,}110 - 0{,}214 - 0{,}251 = 2{,}225$$

Vi è quindi la sola differenza di mm. 7 fra gli strapiombi delle due fronti parallele, eliminato l'effetto della rastremazione, che è affatto trascurabile e che serve di riprova ai risultati ottenuti.

Altre riprove si possono avere per la inclinazione e per lo strapiombo dell'asse. Considerando lo specchio precedente si vede che la media inclinazione delle due fronti Est ed Ovest, tolta quella dovuta alla rastremazione è di 1°,30′,55″ per il tronco inferiore e di 1°,22′,51″ per quello superiore, così che la media complessiva risulta di

1°,26′,53″.

L'inclinazione dell'asse dalla verticale trovata al n. 5 è di

1°,26′,49″

e quindi di soli 4″ diversa dalla media delle inclinazioni delle fronti opposte pendenti, Est ed Ovest.

Lo strapiombo dell'asse si presta pure ad una riprova, poichè determinato al n. 5 in m. 2,25, lo si ottiene ora dalla media dei due strapiombi delle fronti sopra trovati in m. 2,232 e 2,225, di soli mm. 22 più piccolo.

10. Contorsione della Torre. La Torre Asinelli è contorta lungo tutta la sua altezza, più nella parte superiore che nella inferiore, e le contorsioni sono molto irregolari e in vari sensi, dipendendo da cause ben diverse fra loro e cioè della pendenza della Torre, continuamente variabile nei tronchi determinati dalle varie riseghe interne, dalle diverse direzioni dei piani di pendenza, dal diverso assettamento dei materiali usati nella sua costruzione ed anche da imperfezioni di lavoro nella costruzione stessa. Quest'ultima causa bisogna ammetterla, sia perchè si verificano differenze nelle lunghezze dei lati e nelle ampiezze degli angoli delle sezioni, che dimostrano come queste non siano in gran parte rettangolari, sia perchè non si saprebbe come altrimenti spiegare una rotazione di una sezione superiore sopra una inferiore, che mentre è in un senso per una fronte è in senso contrario per la fronte opposta.

Nella figura 2 sono rappresentati in proiezione orizzontale i tratti dell'asse della Torre, compresi fra le diverse sezioni e da tale rappresentazione si vede subito quale contorcimento abbia l'asse sopra se stesso.

Nello specchio seguente sono poi indicate le inclinazioni dalla verticale dei diversi tratti principali dell'asse e le direzioni dei piani verticali di inclinazione riferite ad una direzione parallela al lato Nord della sezione II di base della Torre al piano del terrazzo inferiore.

Sezioni comprendenti i tratti dell'asse	Inclinazioni dalla verticale	Angoli dei piani delle inclinazioni col lato Nord della sezione II misurati da Ovest verso	
		Nord	Sud
	gradi	gradi	gradi
II-IV	1°. 44'. 40''	10°. 43'	—
IV-VII	1 . 48 . 25	1 . 30	—
VII-VIII	0 . 37 . 17	—	23°. 35'
VIII-X	2 . 36 . 2	3 . 55	—
X-XI	1 . 40 . 25	47 . 48	—
XI-XIII	1 . 27 . 0	—	3 . 3
XIII-XIV	1 . 36 . 39	15 . 2	—
XIV-XVI	1 . 48 . 52	—	21 . 33
XVI-XVIII	0 . 46 . 45	12 . 1	—
XVIII-XIX	1 . 21 . 22	—	2 . 18
XIX-XX	1 . 11 . 39	—	27 . 19

In questo specchio si sono presi in considerazione i diversi tratti dell'asse dei due tronchi inferiore e superiore della Torre, sempre considerati nello studio fatto sin qui, e si è aggiunto il tratto superiore XIX-XX per far vedere come l'asse ritorni verso Sud, cosicchè il piano dell'inclinazione totale di esso fa colla suddetta linea di riferimento un angolo di solo 1°,47' verso Nord.

Il tratto più pendente dell'asse è quello che comprende il piano dei merli intermedi e ciò si spiega per la sensibile diminuzione di grossezza dei muri a tale piano in causa del restringimento esterno della sezione della Torre. Tale tratto è di poca altezza e quindi non influisce molto sulla pendenza generale della Torre. Così pure vi sono altri tratti molto pendenti, specialmente nel tronco superiore, che per la poca loro altezza non influiscono sensibilmente sulla pendenza di tale tronco e su quella dell'intera torre.

Collo studio ora fatto sulle inclinazioni dei diversi tratti dell'asse si spiega in gran parte il contorcimento della Torre attorno a sè stessa, ma tale contorcimento è così irregolare da dovere necessariamente ammettere anche le altre cause sopra indicate.

Solo la sezione IX sopra ai muri intermedi è contorta o girata con una certa regolarità sulla sottostante sezione VIII sotto al piano di tali merli, e l'angolo di contorcimento è in media di circa 35' nel senso Ovest-Nord-Est.

Per le altre sezioni non è possibile arrivare ad alcuna conclusione per le forti irregolarità che si riscontrano. Basterà indicare alcuni angoli di torsione di alcune fronti fra diverse sezioni: fra le sezioni XIX e II si ha il lato ovest della prima inclinato di 1°,41′ su quello della seconda, convergendo i due lati verso il Nord; fra le sezioni II e VIII del tronco inferiore della Torre si hanno piccoli angoli di torsione nei lati corrispondenti, che non arrivano a 20′, ma mentre per i lati Est, Sud ed Ovest la torsione sarebbe nel senso solito Ovest-Nord-Est, per l'altro lato la torsione sarebbe in senso contrario; fra le sezioni IX e XIX si ha pure una consimile irregolarità, ma i due lati Ovest delle due sezioni hanno la sensibile inclinazione dell'uno sull'altro di 1°,9′ colla solita direzione, convergendo i due lati fra di loro verso Nord.

I contorcimenti irregolari della Torre, uniti alle pendenze pure irregolari delle diverse sue parti, fanno sì che negli spigoli e specialmente in quello SO si hanno dei cambiamenti tali d'inclinazione da produrre come un rigonfiamento nello spigolo stesso; tale rigonfiamento si presenta massimo all'altezza della sezione XVI nel tronco superiore della Torre. Ai rigonfiamenti corrispondono poi negli spigoli opposti delle incurvature concave verso l'esterno.

11. Inclinazioni dei corsi dei mattoni. Una riprova dello studio fatto sulla pendenza della Torre Asinelli si può ottenere misurando lungo tutta l'asta della Torre le inclinazioni dei corsi dei mattoni coi quali sono costruiti i rivestimenti interni ed esterni dei muri, mentre la loro parte centrale è costituita da una specie di calcestruzzo con sassi di piccole e di grandi dimensioni.

Le misure di tali inclinazioni si sono fatte disponendo, sulle linee di divisione dei vari corsi dei mattoni, un regolo della lunghezza di circa 2 metri, al quale era unito un eclimetro che dava l'inclinazione all'orizzonte della faccia superiore del regolo colla approssimazione di 5′.

Queste misure non si poterono fare altro che all'interno della Torre e di più in molte parti sono state ostacolate da sistemazioni ed intonacature dei muri, relativamenti recenti.

Lungo tutta l'asta della Torre sulle fronti Nord e Sud si sono fatte n. 60 misurazioni e si sono determinate le medie delle inclinazioni dei corsi dei mattoni fra le sezioni II e VIII del tronco inferiore e le sezioni IX e XIX del tronco superiore, nonchè la media generale delle inclinazioni stesse.

Nelle fronti Est ed Ovest i corsi dei mattoni hanno una direzione che può ritenersi perfettamente orizzontale, come si è riscontrato da molte misure, e sono anche poche le anomalie che si riscontrano con inclinazioni di pochi minuti primi dovute ad imperfezioni nella costruzione dei muri.

La media delle inclinazioni riscontrate nella fronte Nord è uguale a quella determinata per la fronte Sud, e quindi si può dire che i corsi dei mattoni nelle due fronti opposte sono egualmente inclinati.

Le inclinazioni all'orizzonte dei corsi dei mattoni, messe a confronto colle inclina-

zioni dalla verticale dell' asse, e delle fronti Est ed Ovest della Torre, precedentemente determinate, danno luogo ai risultati del seguente specchio.

Tronchi della Torre	Medie delle inclinazioni dei corsi dei mattoni	Inclinazioni del Asse	Differenze	Medie delle inclinazioni delle fronti Est ed Ovest	Differenze
	gradi	gradi	minuti	gradi	minuti
Tronco inferiore II-VIII	1°. 33'. 0''	1°. 32'. 40''	— 0'.20''	1°. 30'. 55''	— 2'. 5''
» superiore IX-XIX	1 . 21 . 12	1 . 24 . 33	+ 3 . 21	1 . 22 . 51	+ 1 . 39
Tronchi uniti II-XIX	1 . 27 . 6	1 . 28 . 5	+ 0 . 59	1 . 26 . 53	— 0 . 13
Intera Torre I-XX	1 . 27 . 6	1 . 26 . 49	— 0 . 17	1 . 26 . 53	— 0 . 13

Questi confronti, con differenze trascurabili, danno una tale riprova di tutte le misure, dei calcoli e delle determinazioni fatte per la Torre Asinelli, da non lasciare alcun dubbio sul sufficiente grado di approssimazione dei risultati ottenuti.

Quello che si è detto per i corsi dei mattoni può ripetersi per i fori delle armature che ai corsi stessi corrispondono esattamente.

Qui torna opportuno dichiarare che lo studio fatto sulle inclinazioni dei corsi dei mattoni dimostra chiaramente per la Torre Asinelli, come già per la Garisenda (1), che le pendenze loro dipendono dal diverso costipamento del terreno sottostante.

Torna pure opportuno ricordare come l'argomento principale di coloro, che sostenevano essere state le Torri di Bologna e di Pisa costrutte a bella posta pendenti, fosse basato sulla erronea affermazione dell'Alberti, (2) che diceva di avere visto nel 1530, al tempo in cui Clemente VII venne a Bologna per incoronare Carlo V imperatore, che i corsi dei mattoni e i fori delle armature nella Garisenda erano orizzontalmente diretti; affermazione spiegabile dal fatto di avere Egli osservato solo le fronti Ovest ed Est normali alla pendenza e quindi coi corsi dei mattoni orizzontali e i fori delle armature pure in linee orizzontali, e non le fronti Nord e Sud in direzione della pendenza e quindi coi corsi dei mattoni e le linee dei fori suddetti inclinate all' orizzonte, come si può vedere a prima vista osservando le Torri.

Giova poi ricordare che le dichiarazioni dell'Alberti furono copiate dal Ricci nella sua storia dell' Architettura in Italia dal secolo IV al XVIII (3). Il Ricci, ca-

---

(1) Pendenza, stabilità e movimenti delle Torri la Garisenda di Bologna e la Ghirlandina di Modena. Memoria del prof. Francesco Cavani. Bologna, Tip. Gamberini e Parmeggiani 1903.

(2) Deca prima — libro sesto dell'Historie di Bologna di F. Leandro Alberti bolognese. P. Bartholomeo Bonardo e Marc'Antonio Grossi, 1543.

(3) Marchese Amico Ricci. Storia dell'Architettura in Italia dal secolo IV al XVIII. Vol. 1, Modena, Tipi della Regia Ducal Camera. 1875.

dendo così in un grossolano errore per sostenere la sua tesi delle Torri costruite a bella posta pendenti, dopo essersi scatenato contro coloro che non erano del suo avviso, forte dell'argomento dei corsi dei mattoni e delle linee dei fori delle armature orizzontali, scrive: *scettici d'ogni fatta si danno e purtroppo lo scetticismo ha prodotto più tenebre che luce!*

12. Confronti con altre determinazioni della pendenza. Non è ora fuori di luogo procedere ad un breve studio critico e di confronto colle altre determinazioni della pendenza della Torre Asinelli fatte in passato.

Nel 1706 da un Architetto Torri e da un Perito Taruffi (1), fu determinata la pendenza verso ponente in once bolognesi 38, pari a m. 1,203, e l'indicazione di tale pendenza è incisa nella lapide anche attualmente murata nella fronte Ovest della Torre.

Questa pendenza, o meglio strapiombo, non può riferirsi che alla inclinazione della fronte Ovest, per la quale se si sommano i due strapiombi dei due tronchi della fronte stessa, e che hanno rispettivamente i valori di m. 0,542 per il tronco inferiore dal piano del terrazzo inferiore al piano dei merli intermedi, e di m. 1,064 per quello superiore da questo ultimo piano al piano del terrazzo superiore, e si toglie il restringimento di sezione di m. 0,38 al piano dei merli intermedî, si ha uno strapiombo effettivo per tale fronte, fra i piani dei due terrazzi superiore ed inferiore, di

m. 1,226

che corrisponde quasi esattamente a quello della lapide su indicata essendovi una differenza di soli cent. 2,3.

Ma su quella lapide è incisa la frase « *a supremis pinnis ad siliceum pavimentum tricenis et octo unciis occasum versus inclinatam* » e quindi l'altezza considerata nel 1706 non sarebbe quella fra le due terrazze estreme, come si è prima supposto e come si ritenne del prof. Respighi (2), ma sembrerebbe dover essere quella intera della Torre, dal terreno al piano del terrazzo superiore, o meglio ancora alla cima dei merli sovrastanti a questo terrazzo. In tale ipotesi gli strapiombi attuali della fronte Ovest risulterebbero rispettivamente di m. 1,387 e 1,434 con differenze non ammissibili da quello del 1706.

Nessuna conclusione attendibile si può quindi, per le esposte cose, dedurre dal confronto degli studi attuali con quella antica determinazione della pendenza.

Nel 1774 gli architetti del Comune Dotti e Tadolini (2) rilevarono internamente uno strapiombo, a ponente fra l'intradosso della volta che sostiene il terrazzo superiore e il piano del terrazzo inferiore, di once 37 e $^1/_4$ pari a m. 1,18.

Questa misura interna non ha riscontro colle attuali e non si può dire che cosa rappresenti, anzi si può ritenere non esatta, poichè gli stessi Dotti e Tadolini dichiarano di avere ripetuto esternamente la misura sulla fronte di ponente e di avere trovato per tale fronte fra i piani delle due terrazze lo stesso strapiombo.

(1) Ambrosini, l. c.
(2) Ambrosini, l. c.

Quest'ultimo è il vero strapiombo che Dotti e Tadolini determinarono nel 1774 poichè diversifica di soli cent. 4 dall'effettivo strapiombo che si può ora determinare in m. 1,22 per la fronte di ponente nella parte compresa fra i due terrazzi superiore ed inferiore. La differenza di cent. 4, che pure va ridotta di parecchi millimetri poichè lo strapiombo determinato nel 1774 si riferisce all'intradosso della volta superiore più basso del piano del terrazzo sovrastante, non sarebbe trascurabile; lo è se si tiene conto della distanza di tempo più che secolare fra tali determinazioni, e del diverso grado di attendibilità delle determinazioni stesse.

Nel 1779 dopo un forte terremoto, fu misurato nella Torre Asinelli uno strapiombo di piedi 4 ed once 11 (1), pari a m. 1,868, ma non si sa da chi, nè a qual parte della Torre, tale strapiombo si riferisca.

Le determinazioni attuali lascierebbero supporre che tale strapiombo fosse quello dello spigolo SO a partire dal piano terra sino alla cima del merlo d'angolo dello spigolo stesso, poichè si ottiene per esso il valore di

m. 1,843

che diversifica dallo strapiombo determinato nel 1779 di soli cent. 2,5.

Nel 1829 fu trovata una pendenza, o strapiombo, di piedi 5 (2), pari a m. 1,900 e anche questa non si sa a quale parte della Torre si riferisca, e potrebbe anche essere quella dello spigolo SO sopra indicato, riscontrandosi con essa la differenza non molto forte di cent. 5,7.

Rimane da ultimo a considerare la determinazione della pendenza fatta dal professore Respighi (3) nel 1856 e da Esso ripetuta nel 1872.

Lo specchio seguente offre il confronto fra i risultati ottenuti dal prof. Respighi e quelli dello studio attuale, sulle condizioni di quella Torre.

	Risultati ottenuti		Differenze
	dal Prof. Respighi	dallo studio attuale	
Inclinazione dell'asse	1°. 19'. 46''	1°. 26'. 49''	0°. 7'. 3''
Altezza totale della Torre	m. 97.90	m. 97.20	m. 0.50
Strapiombo totale dell'asse	» 2.085	» 2.250	» 0.165
Altezza corrispondente allo strapiombo	» 89.840	» 89.075	» 0.765
Strapiombo fra i terrazzi sup. ed inf.	» 1.932	» 2.041	» 0.109
» fra terrazzo inf. e terreno	» 0.153	» 0.21	» 0.057
Inclin. asse » » » »	1°. 6'. 14''	1°. 32'. 40''	0°. 28'. 54''

(1) (2) (3) Ambrosini l. c.

Le differenze indicate nello specchio sono rilevanti, ma non possono servire a dichiarare che la torre Asinelli abbia aumentata la sua pendenza dal 1856 o dal 1872 a questa parte.

Il metodo tenuto dal prof. Respighi (1) si appoggia tutto a due verticali determinate con fili a piombo, esternamente alla Torre, dal terrazzo superiore a quello inferiore, e ad altre due abbassate da questo secondo terrazzo sino al piano terra, ed è teoricamente giusto, come già si è detto, ma praticamente non poteva dare e non ha dato risultati del tutto soddisfacenti.

Primieramente i due fili a piombo lunghi circa 82 metri, che dal terrazzo superiore discendevano sull'inferiore, non potevano dare con sicurezza la direzione della verticale all' aria libera in causa della loro lunghezza troppo forte, e se ne è fatta l'esperienza nel rilevamento delle Torri la Garisenda di Bologna e la Ghirlandina di Modena.

Inoltre il metodo usato non presenta alcuna riprova.

Dalle determinazioni fatte dal prof. Respighi si può dedurre lo strapiombo dell'asse della Torre dal terrazzo inferiore al piano terra, che risulta di m. 0,153, al quale per un'altezza di m. 7,94 data dal Respighi a tale parte della torre, corrisponde una inclinazione dalla verticale di quel tratto dell'asse, di 1°, 6',14'' inferiore di 13',32'' a quella dell'asse stesso per tutta la sua lunghezza. Ciò non può essere perchè la parte inferiore della Torre è la più pendente e quindi bisogna ammettere che i risultati ottenuti dal prof. Respighi non sono in armonia fra loro.

Un' altra anomalia si riscontra nello studio del prof. Respighi, poichè sul terrazzo inferiore esiste ancora una croce incisa sul pavimento che indica il piede di una verticale calata dai merli superiori, e le misure di riferimento di tale croce riportate dal Respighi non corrispondono con quelle che si possono prendere attualmente.

Questo esame critico della determinazione della pendenza della Torre Asinelli del 1856, fa si che non possa dirsi, in base ad essa, che la pendenza siasi aumentata da quell'epoca al giorno d' oggi.

13. Stabilità della Torre Asinelli. Per fare lo studio della stabilità della Torre Asinelli bisogna prima di tutto determinarne il peso, e perciò divisa in 22 tronchi l' intera sua altezza ed il suo prolungamento a 2 metri sotto il piano terra, ove si è trovata l'ultima risega di fondazione, si sono ottenuti i risultati dello specchio seguente, supponendo di kil. 2000 il peso del metro cubo del materiale di cui la Torre è costruita.

(1) Ambrosini l. c.

N.° progr.	Indicazione dei tronchi numerati dall' alto al basso	Peso dei tronchi
		chilogrammi
1	Al disopra del piano del terrazzo superiore	99.240
2	Fra il piano del terrazzo sup. e la linea d' imposta della volta che lo sostiene	138.500
3	Fra due riseghe consecutive	198.400
4	id.	222.400
5	id.	253.000
6	id.	471.000
7	id.	220.400
8	id.	195.800
9	id.	360.700
10	id.	281.400
11	id.	332.560
12	Fra la risega sopra ai merli intermedi e il piano dei merli stessi	621.300
13	Fra il piano dei merli intermedi e la linea d' imposta della volta sottostante	131.540
14	Fra due riseghe consecutive	399.400
15	id.	380.000
16	id.	335.400
17	id.	471.060
18	id.	593.000
19	Dalla risega sopra al piano del terrazzo inferiore al piano stesso	275.000
20	Dal piano del terrazzo inferiore al piano terra con metà peso vôlte botteghe	1056.000
21	Dal piano terra alla prima risega di fondazione a 0,45 sotto terra	66.600
22	Dalla prima alla seconda risega di fondazione a m. 2 sotto terra	242.800
	Peso totale Kl.	7345.500

La torre Asinelli dalla sua estremità superiore all' altezza di m. 97,20 sino a 2 metri sotto al piano terra, alla seconda ed ultima risega di fondazione, si può rite-

nere pesi :

tonnellate 7345,

se si prende kg. 2000 per il peso unitario del metro cubo della muratura della Torre, e si può ritenere pesi :

tonnellate 5875,

se si prende kg. 1600 per il detto peso unitario. Tali pesi unitari rappresentano i limiti estremi di quelli comunemente usati.

La sezione più sollecitata è evidentemente quella al piano del terrazzo inferiore per la quale il peso sovrastante è di tonn. 5880 e, supponendo per una prima ipotesi, che non vi sia pendenza, così che la risultante dei pesi passi per il baricentro della sezione, si ottiene che il materiale di cui la Torre è costruita sopporta una pressione per cent. quad. di kil. 10,59, che si riduce a kil. 8,47 nell'ipotesi che il peso unitario del materiale sia di kil. 1600.

Se si tiene conto della pendenza della Torre e se, per una seconda ipotesi, si considera solo il peso, si ha che il centro di pressione si scosta, verso Ovest, da quello di figura della sezione sopra considerata, di m. 0,82 sulla mediana Est-Ovest della sezione stessa, lungo la quale si può ritenere diretta la pendenza. Calcolando le dimensioni del nocciolo centrale d'inerzia si ottiene che il suo vertice sulla detta mediana dista dal centro di figura di m. 1,50, cosicchè il centro di pressione cade entro al nocciolo stesso.

Lo sforzo massimo unitario sopportato in tale caso dal materiale risulta rispettivamente di kil. 16,42, e 13,13 per cent. quad. a seconda che si consideri di 2000 o di 1600 kil. il peso unitario.

Se, in una terza ipotesi, si suppone che alla pendenza della Torre si unisca l'effetto prodotto dall'azione del vento, lo sforzo sopportato dal materiale cresce sensibilmente.

Ammesso che il vento agisca in direzione orizzontale sulla Torre con uno sforzo di 200 kil. p. m.q. e che investa tutta la fronte Est, per considerare il caso più sfavorevole, dal terrazzo inferiore sino alla cima della Torre, si ha che la superficie investita risulta di m.q. 600 e quindi lo sforzo totale di kil. 120.000 da applicarsi al baricentro della porzione della fronte considerata.

Con questi dati il centro di pressione sulla sezione sopra considerata, si sposta verso Ovest e dista di m. 1,54 da quello di figura nel caso del peso unitario di kil. 2000 e di m. 1,75 nell'altro caso. Cadendo così in ambo i casi il centro di pressione fuori del nocciolo centrale ed essendo la base cava, conviene. per determinare la posizione dell'asse neutro, ricorrere alla teoria svolta dal Prof. Canevazzi in una memoria presentata a questa Accademia (1).

---

(1) Canevazzi prof. Silvio. Sulla determinazione dell'asse neutro o di rotazione nelle sezioni trasversali di un solido in muratura, simmetrico rispetto ad un piano assiale e sollecitato da forze agenti nel piano simmetrico. Atti Acc. Scienze Istituto di Bologna, Tomo II, serie IV delle memorie 1905.

Applicando tale teoria si trova che l'asse neutro dista dal lato Ovest della sezione considerata di m. 7,00 nel caso del peso unitario del materiale di kil. 2000 e di m. 7,50 nell'altro caso. La sezione maggiormente sollecitata al piano del terrazzo inferiore per una lunghezza rispettivamente di m. 7,00 e 7,50 nel senso Est-Ovest a partire dall'Ovest, è soggetta a pressione e per la residua lunghezza è soggetta a tensione.

La parte della sezione soggetta a pressione sopporta un peso massimo al suo estremo Ovest rispettivamente di kil. 28,42 e 22,62 p. cent. quad. nei due casi sempre considerati del diverso peso unitario.

Rimane ora a determinare la pressione che sopporta il terreno sottostante alla Torre, e a tale scopo per conoscere come si estenda la base di fondazione si sono fatti due scavi di saggio contro le pareti Nord e Sud, prolungando il primo sino alla profondità di m. 3,50. Con tali scavi si è constatato che a partire da m. 0,45 dal piano terra vi è una prima risega di m. 0,25 e più sotto ve ne è un'altra soltanto, alla profondità di m. 1,55, della larghezza di m. 0,45 che segna l'allargamento massimo della base di fondazione della Torre.

La torre Asinelli, come tutte le altre costruite in quei tempi, ha quindi una base di fondazione molto ristretta.

La sezione al piano terra della Torre può ora ritenersi quella di un quadrato di m. 8,60 di lato, e tenendo conto delle scalpellature ed asportazioni dei blocchi di gesso di rivestimento della base della Torre stessa, tale sezione può portarsi a quella di un quadrato di m. 9,00 di lato. Aggiungendo le due riseghe sopra indicate si ottiene che la base di fondazione può ritenersi determinata da un quadrato di m. 9.70 di lato.

Procedendo in modo analogo a quello seguito precedentemente per determinare lo sforzo sopportato dal materiale, e tenuto presente che in questo caso si ha la base piena, considereremo le tre ipotesi dell'azione del solo peso senza pendenza della Torre, del peso e della pendenza, a cui si aggiunge nella terza ipotesi l'azione del vento. Nel considerare poi il peso della Torre si può trascurare quella del blocco di calcestruzzo sottostante alla sezione a 2 metri sotto terra in confronto al peso dell'intera Torre, ed anche perchè non si sa quale sia l'altezza del blocco stesso.

Nell'ipotesi di non tenere conto della pendenza, si ha che il centro di pressione coincide con quello di figura della base; se si tiene conto della pendenza, il centro di pressione dista di m. 0,86 verso Ovest da quello di figura e sulla mediana Est-Ovest della base di fondazione; se oltre alla pendenza si tiene conto anche dell'azione del vento sulla parte della Torre sovrastante al terrazzo inferiore, si ha che il centro di pressione dista da quello di figura di m. 1.70 nel caso del peso unitario di kil. 2000 e di m. 2,02 nell'altro caso.

Tenendo conto solo della pendenza il centro di pressione cade entro il terzo medio della base di fondazione; cade fuori quando si tenga conto anche dell'azione del vento e in ambo i casi del diverso peso unitario sopra considerato.

Applicando note formole della teoria della resistenza dei materiali, si ottengono nei vari casi sopra considerati le pressioni sul terreno indicate nello specchio seguente:

Ipotesi diverse	Pressioni sul terreno per cent. quad. considerato il peso unitario del materiale di	
	Kil. 2000	Kil. 1600
	Kil	Kil.
Coll' azione del solo peso della Torre ad asse verticale	7.81	6.24
» del peso ad asse inclinato alla verticale	11.96	9.57
» » ad asse inclinato e del vento	16.03	14.27

I risultati superiormente ottenuti assicurano per ciò che riguarda il materiale, che la Torre Asinelli ha un grado sufficiente di stabilità, poichè il materiale stesso potrebbe sopportare sforzi anche sensibilmente maggiori. In quanto riguarda il terreno sottostante alla Torre, questa esercita su di esso una pressione troppo forte, troppo superiore a quella ammessa comunemente nella teoria e nella pratica. È quindi necessario che le condizioni attuali del terreno, costipato da secoli dal peso della Torre, non subiscano cambiamenti, poichè una modificazione nelle condizioni del terreno stesso potrebbe dare luogo ad un maggiore costipamento e forse provocare la caduta della Torre.

14. Riassunto di confronto collo studio di altre Torri. Come complemento di questo studio credo possa essere utile per altri studi e per speciali osservazioni e considerazioni, esporre un riassunto di confronto fra le condizioni attuali di pendenza e di stabilità della Torre Asinelli e della Garisenda, nonchè della Ghirlandina di Modena.

La pendenza e la stabilità della Garisenda furono da me studiate nel 1903 (1) insieme alla pendenza della Ghirlandina, mentre la stabilità di questa Torre fu studiata pure in quell'epoca dal prof. Silvio Canevazzi.

Un tale riassunto è esposto nel seguente specchio:

(1) Cavani, l. c.

Riassunto delle condizioni in cui si trovano le tre torri l'ASINELLI e la GARISENDA di Bologna e la GHIRLANDINA di Modena.

OGGETTO	ASINELLI			GARISENDA		GHIRLANDINA	
	DA TERRA AL TERRAZZO SUPERIORE	DAL PIANO DEI MERLI INTERMEDI A TERRA	DAI MERLI INTERMEDI AL TERRAZZO SUP.	PER TUTTA O PER PARTE DELLA TORRE	INTERA ALTEZZA		PARTE A SEZIONE QUADRATA	
	Risultati	Risultati	Risultati	Osservazioni	Risultati	Osservazioni	Risultati	Osservazioni
	° ' "	° ' "	° ' "		° ' "		° ' "	
Inclinazione dell'asse dalla verticale	1 26 49	1 32 40	1 23 20	verso Ovest	3 49 52	verso Est	1 14 16	verso Sud-Ovest
» dello spigolo Nord-Ovest dalla verticale	— — —	1 10 52	1 5 4	»	4 29 34	»	1 12 57	»
» » Sud-Ovest »	— — —	1 17 41	1 12 58	»	4 3 42	»	0 19 25	»
» » Nord-Est »	— — —	1 49 42	1 44 44	»	3 45 34	»	1 38 54	»
» » Sud-Est »	— — —	1 56 39	1 35 5	»	3 26 10	»	1 19 59	»
» della fronte Ovest »	— — —	1 10 32	1 6 41	»	4 11 31	»	0 39 43	verso Ovest
» » Est »	— — —	1 51 19	1 39 1	»	3 29 50	»	1 15 44	»
» » Nord »	— — —	0 14 14	0 15 22	verso Sud	1 3 17	verso Sud	1 2 8	verso Sud
» » Sud »	— — —	0 27 57	0 15 1	» Nord	0 23 15	»	0 38 9	
Angolo del piano d'inclinazione dell'asse colla linea di base della fronte (1)	1 46 55	— — —	— — —	fronte Nord	79 25 19	fronte Ovest	37 54 55	fronte Nord
Inclinazione di due fronti opposte dovuta alla rastremazione	— — —	0 20 46	0 15 54	valori medi	0 40 4	—	0 36 1	—
» » spigoli opposti » »	— — —	0 29 39	0 22 25	»	0 56 38	—	0 51 0	—
Angolo di contorsione della fronte fra la linea di base e quella superiore (2)	— — —	0 14 12	0 52 50	fronte Nord	1 55 9	fronte Ovest	0 19 13	fronte Nord
Pendenza massima dalla verticale	—	—	—	ai merli intermedi	—	in alto	—	a $^{1}/_{3}$ dell'altezza
Strapiombo dell'asse al piano terra	metri 2,25	—	—	da terra al terrazzo superiore	metri 3,22	—	metri 1,05	—
» dello spigolo Nord-Ovest (3)	—	metri 0,71	metri 1,04	—	» 2,77	—	» 1,03	
» » Sud-Ovest	—	» 0,77	» 1,16	—	» 3,42	—	[illegible]	
» » Nord-Est	—	» 1,09	» 1,67	—	» 3,16	—	» 1,10	—
» » Sud-Est	—	» 1,16	» 1,52	—	» 2,89	—	» 1,14	—
Pendenza per 100 dell'Asse dalla verticale	metri 2,325	—	—		[illegible]		2,00	
» » dello spigolo Nord-Ovest dalla verticale		2,075	1,897		[illegible]		1,0	
» » » Sud-Ovest »	—	2,248	2,116		[illegible]		1,50	
» » » Nord-Est »	—	3,182	3,046	—	6,571	—	2,880	—
» » » Sud-Est »	—	3,387	2,772	—	6,005		[illegible]	
Altezza dell'intera torre	metri 97,20	—	—	al piede della palla	metri 48,15	—	metri 88,24	al piede della palla
» della parte quadrata	»	—	—	—	»	—	» 18,80	
Superficie della base della torre	m. q. 64,24	—	—	al piano terrazzo inferiore	m. q. 55,50	al piano terra	m. q. 121,00	al piano terra
» del vuoto interno	» 7,78	—	—	»	» 5,50	»	» 27,50	»
» della base di fondazione	» 94,09	—	—	a 2 metri sotto piano terra	» 76,56	—	» 146,41	—
Peso totale nell'ipotesi peso unitario m. c. muratura di 2000 Kg	tonn. 7345	—	—	»	tonn 4120	—	tonn 9325	—
» » 1600 »	» 5875	—	—	»	» 3296	—	» [illegible]	
Pressione nell'ipotesi della Torre verticale - sul materiale per cent. quad.	Kg. 10,59	—	—	Peso unitario 2000k	Kg 8,23	Peso unitario 2000k	Kg 9,07	Peso unitario 2000k
» » » terreno »	» 7,81	—	—	»	» 5,38	»	» 6,55	
» » » muramale »	» 8,47	—	—	Peso unitario 1600k	» 6,58	Peso unitario 1600k	» 7,98	Peso unitario 1600k
» » » terreno »	» 6,24	—	—	»	» 4,31	»	» 5,10	»
Pressione tenendo conto pendenza Torre - » materiale »	» 16,42	—	—	Peso unitario 2000k	» 19,66	Peso unitario 2000k	» 13,72	Peso unitario 2000k
» » » terreno »	» 14,96	—	—	»	» 14,01	»	» 8,74	»
» » » materiale »	» 13,12	—	—	Peso unitario 1600k	» 15,73	Peso unitario 1600k	» 10,97	Peso unitario 1600k
» » » terreno »	» 9,57	—	—	»	» 8,81	»	» 6,99	»
Pressione nell'ipotesi s'aggiunga azione vento - » materiale »	» 28,42	—	—	Peso unitario 2000k	» 24,34	Peso unitario 2000k	» 17,32	Peso unitario 2000k
» » » terreno »	» 16,03	—	—	»	» 12,60	»	» 11,37	»
» » » materiale »	» 22,62	—	—	Peso unitario 1600k	» 20,42	Peso unitario 1600k	» 14,24	Peso unitario 1600k
» » » terreno »	» 14,27	—	—	»	» 10,37	»	» 9,37	»

(1) Misurato in senso inverso a quello dello sfero degli orologi a partire per la Garisenda dalla parte Sud e per la Ghirlandina dalla parte Ovest della linea di base; nel senso dello sfero degli orologi per l'Asinelli a partire dalla parte Ovest dalla linea di base.
(2) Misurato nel senso dello sfero degli orologi partendo per la Garisenda dalla parte Nord, per la Ghirlandina dalla parte Est e per l'Asinelli dalla parte Ovest della linea di base.
(3) Per determinare gli strapiombi degli interi spigoli nella Asinelli bisognerebbe tener conto del restringimento di sezione all'altezza dei merli intermedi.

NOTA - I rilevamenti per la Ghirlandina furono fatti nel 1901, per la Garisenda nel 1902 e per l'Asinelli dal 1907 al 1911.

Fronte Nord

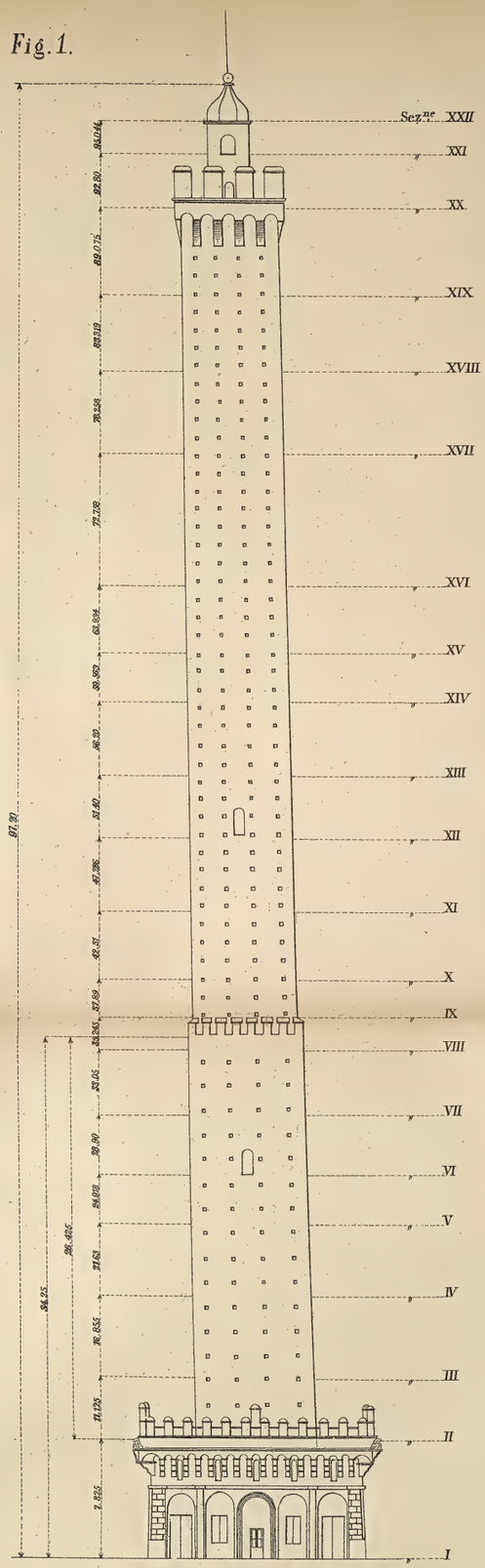
Perimetro esterno

Perimetro esterno

Perimetro esterno

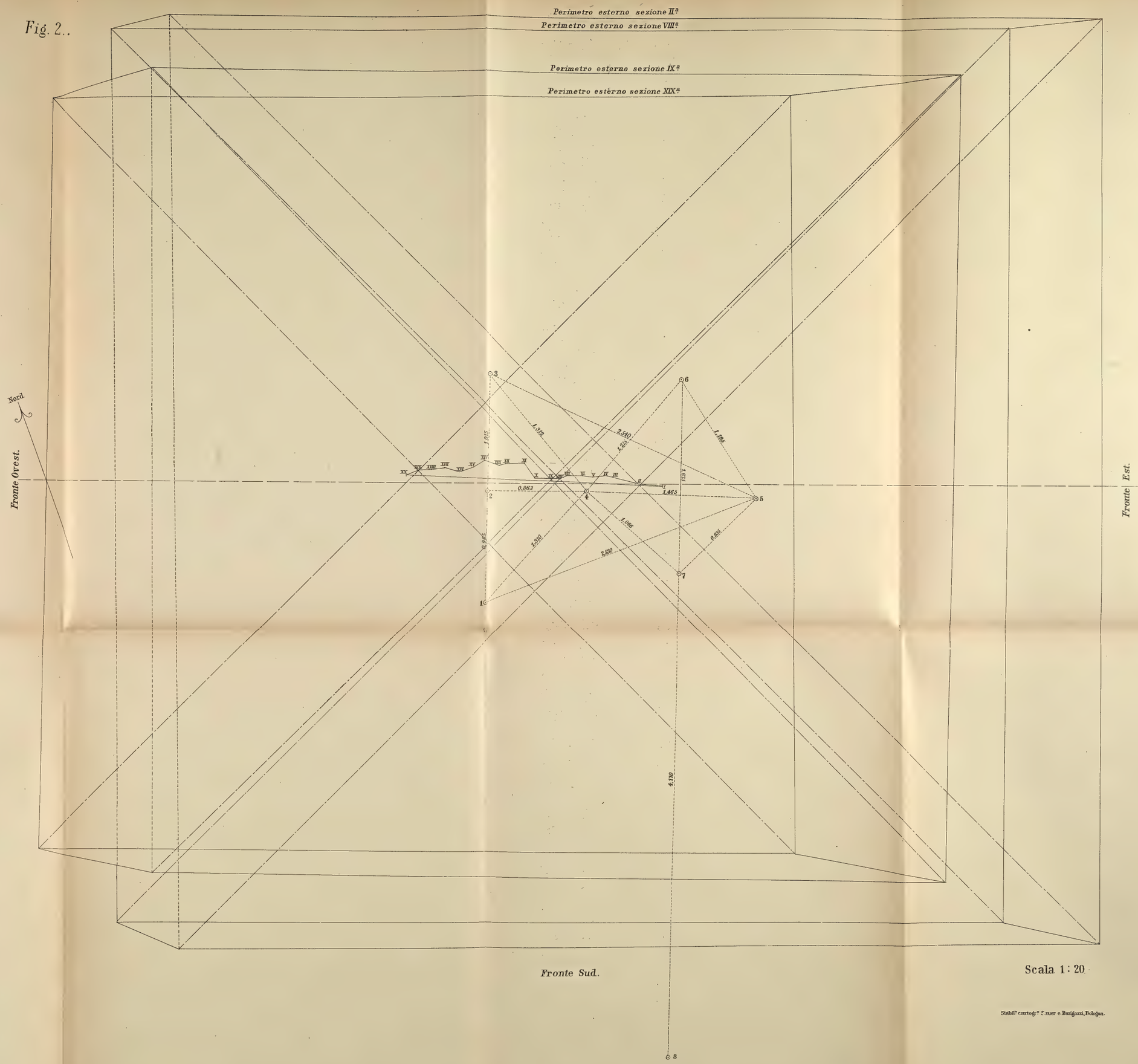
Perimetro estèrno

Fig. 1.



Fronte Sud Torre Asinelli di Bologna
Scala 1: 250.

Fig. 2.



Fronte Sud.

Scala 1: 20

Stabil.to cartogr.co Sauer e Burigazzi, Bologna.

L'EMISSIONE DI IONI ED ELETTRONI DA UNA SCINTILLA NELL'ARIA RAREFATTA :: E LE ROTAZIONI IONOMAGNETICHE ::

MEMORIA del Prof. Sen. AUGUSTO RIGHI

Letta nella Sessione del 28 Gennaio 1912.

Con 24 figure intercalate nel testo

PARTE PRIMA

Complementi allo studio delle particelle emesse dalle scintille.

1. Ricerche anteriori.

In una precedente Memoria (1) ho riferito delle esperienze, le quali dimostrano che, facendo agire un campo magnetico sopra una scarica a scintilla in aria rarefatta, la scintilla stessa assume i caratteri di un fascio di raggi magnetici. Quelle ricerche mi condussero incidentalmente a constatare l'esistenza tutt'intorno alla scintilla di una specie di bombardamento di ioni e d'elettroni, che può mettersi in evidenza profittando dell'azione meccanica prodotta su corpi mobili di forma opportuna.

Le ricerche descritte in quella pubblicazione erano assai lungi dall'esaurire il soggetto; al contrario esse suggerirono nuove vie d'indagine in direzioni svariate, alcune delle quali ho d'allora in poi seguite non senza frutto, mentre altre ancora ne restano capaci di fornire ulteriormente materia di studio. Dei nuovi risultati raggiunti ho dato già in brevi Note (2) qualche notizia; ma è solo nello scritto presente che sono esposti in modo completo i nuovi fatti e le relative interpretazioni.

2. Disposizione generale.

Riservandomi di descrivere man mano che se ne presenterà l'occasione i numerosi apparecchi costruiti per le varie esperienze, devo indicare subito quale fu la disposizione data agli apparecchi produttori delle scariche.

(1) Mem. della R. Acc. di Bologna, 26 nov. 1911.

(2) Comp. Rend. de l'Acc. des Sciences de Paris, séances du 15 Janvier et du 19 Février 1912.

Tale disposizione, molto nota e spesso adoperata, è la seconda delle due descritte nella Memoria citata nelle prime linee di questo scritto, ed eccone una descrizione più dettagliata di quella datane allora.

I conduttori principali *A*, *B* (fig. 1) di una grande macchina elettrica (tipo Holtz a quattro grandi dischi e grande velocità di rotazione) comunicano colle armature interne di due identici condensatori *C*, *C'* e collo spinterometro *DE*, mentre le armature esterne sono in comunicazione coi due elettrodi di uno degli apparecchi di scarica descritti più oltre. Questi elettrodi (e per conseguenza ancora le dette armature esterne) comunicano però fra loro e col suolo per mezzo di una colonna d'acqua contenuta in un tubo *ILM*. A tale scopo tre fili di platino *I*, *L*, *M* saldati nel vetro comunicano rispettivamente mediante fili metallici coll'armatura esterna di *C*, colla terra *T*, e coll'armatura esterna di *C'*. La scintilla fra gli elettrodi dell'apparecchio in esperimento è dunque una di quelle, che gli elettricisti italiani del secolo scorso (come il Belli) chiamavano una *scarica laterale*, od anche quella detta dal Lodge *scarica impulsiva*.

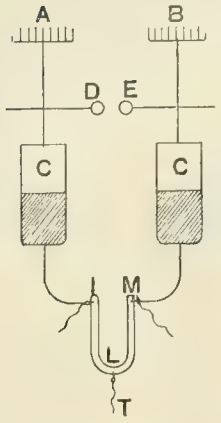


Fig. 1.

La presenza della colonna liquida (la cui resistenza specifica e le cui dimensioni si devono variare a tentativi (1)) permette ai condensatori di caricarsi, sinchè non scocchi fra le sfere *D*, *E* una scintilla di scarica. Simultaneamente una scintilla scocca fra gli elettrodi comunicanti con *I* ed *M*, se la distanza fra *D* ed *E* non è troppo piccola; ma, sempre in grazia della presenza della colonna d'acqua, si può dire che nell'apparecchio con cui si esperimenta non esistono cariche elettriche sensibili che durante la brevissima durata di quelle scintille, ciò che elimina, o riduce al minimo, in molti casi certe cause di errore, specialmente dannose quando si hanno corpi leggieri mobilissimi. I condensatori *C*, *C'* ebbero in vari casi diverse capacità. Quando non si avvertirà nulla in contrario si intenderà, che la capacità *C* di ciascuno di essi sia di 37620 unità elettrostatiche. In realtà quei condensatori erano costituiti ciascuno con 54 grandi giare variamente collegate a norma del bisogno.

Il numero delle scariche che si hanno in ogni minuto secondo è tanto maggiore quanto più piccola è la capacità dei condensatori, e quanto più piccola è la distanza fra le sfere *D* ed *E*, distanza che d'ora in poi indicherò sempre colla lettera *s*, esprimendola in millimetri.

Colla capacità indicata più sopra si avevano da una a quattro scariche al secondo, variando il valore della distanza *s* entro limiti convenienti.

---

(1) Il più delle volte il tubo *I L M* ebbe circa 30 c. di lunghezza ed 1 c. di diametro, e conteneva acqua distillata. Bisogna assicurarsi che nessuna luce appaia sugli elettrodi negli intervalli di tempo fra una scintilla e l'altra. Questa condizione è molto importante nel caso delle esperienze della Parte Seconda, mentre lo è assai poco nel caso delle esperienze di questa Prima Parte.

3. Cariche trasportate.

Ho intrapreso nuove esperienze per istudiare le cariche possedute dalle particelle partenti dalla scintilla, valendomi della disposizione indicata nella fig. 2.

La scintilla scocca fra gli elettrodi M ed N, che perciò comunicano colle armature esterne dei due condensatori (C e C' della fig. 1), mentre una camera di Faraday DE è collocata nel tubo ad una distanza che può variarsi a piacere. Come in tutti gli altri apparecchi, di cui si darà qui la descrizione, gli elettrodi, fra i quali scoccano le scintille nell' aria rarefatta, sono costituiti da grossi fili metallici circondati da cannelli di vetro, che lasciano scoperto solo un breve tratto all' estremità.

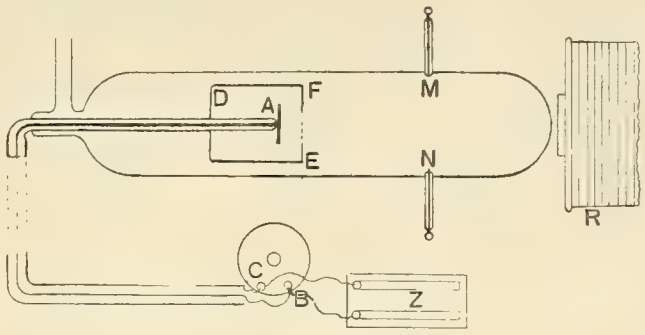


Fig. 2.

La scatola metallica DEF, avente nel mezzo della faccia EF un foro chiuso da reticella metallica, si prolunga in un tubo metallico che arriva sin presso un galvanometro, e comunica con uno C dei suoi serrafili e in pari tempo col suolo. Essa contiene il dischetto A che comunica col secondo serrafilo B del galvanometro per mezzo d' un filo isolato e circondato dal tubo suddetto.

Lo strumento devìa per opera delle cariche raccolte dal disco A, ed in grazia della disposizione adottata non subisce perturbazioni per la vicinanza degli altri apparecchi. Essendo il galvanometro dotato di grande sensibilità (un millimetro della scala corrisponde a $5{,}87 \cdot 10^{-10}$ ampère) la deviazione sarebbe in qualche caso troppo grande, se non la si riducesse in un rapporto conosciuto per mezzo di una cassetta di resistenza Z messa in derivazione.

Nelle seguenti tabelle, in cui sono riferiti i risultati di alcune serie di misure, le deviazioni sono state tutte ridotte in micro-ampère. Con P è indicata la pressione dell' aria in millimetri, con i l' intensità della corrente, e con d la distanza in millimetri fra la faccia EF della scatola DE e la scintilla MN. La scintilla nell' aria libera era lunga $s = 2$ mm.

$d = 120$			$d = 60$			$d = 30$		
P	i	i'	P	i	i'	P	i	i'
2,5	0,09	0,01	2,4	0,19	0,03	2,7	0,25	0,21
2,2	0,30	0,06	1,5	8,82	1,76	1,9	1,07	0,47
1,9	1,78	0,83	1	19,12	5,45	1,25	7,35	0,39
1,4	2,94	2,06	0,50	10,29	6,43	0,90	9,70	0,39
0,42	4,41	1,47	0,38	7,08	3,54	0,64	5,88	0
0,30	8,82	5,59	0,16	7,08	3,31	0,35	4,35	—2,07
0,14	16,17	9,12						

Non badando per ora alle colonne segnate i' si riconosce, ad onta di qualche irregolarità nell'andamento dei valori di i spiegabilissima dalla circostanza, che le successive scintille non possono considerarsi come assolutamente identiche fra loro, che: la carica raccolta dal dischetto nell'unità di tempo è positiva; che essa diminuisce generalmente a partire da un certo valore di d al crescere di d; e che infine per le maggiori rarefazioni si verifica una diminuzione nella carica stessa. Questa diminuzione, che diviene assai notevole quando si rarefaccia l'aria assai più che nei casi contemplati nella tabella precedente, è verosimilmente dovuta alla diminuzione del numero delle molecole gassose contenute nell'apparecchio, capaci di fornire le particelle elettrizzate, che poi sono scagliate dalle scintille.

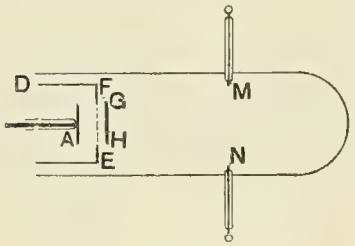


Fig. 3.

Con ciò rimane confermato quanto desunsi delle prime e più sommarie esperienze.

Naturalmente, non solo giungono ad A dei ioni positivi, ma anche elettroni e forse ioni negativi, di guisa che si è in presenza di un fenomeno, in certo modo, differenziale. Ho ripetuto, facendo ora anche qualche misura, una esperienza già descritta, e che si realizza collocando entro il tubo e assai vicino alla camera di Faraday DE (fig. 3) un disco metallico GH, il quale, per così dire, protegge il disco A dai ioni che possono pervenire direttamente dalla regione in cui scoccano le scintille. Ecco alcuni risultati.

$d = 120$			$d = 55$		
P	i	i'	P	i	i'
3,3	0	0	4,6	— 0,01	— 0,01
2,5	— 0,02	— 0,02	3,3	— 0,02	— 0,01
1,8	— 0,04	— 0,04	1,9	+ 0,10	+ 0,06
1,35	— 0,13	— 0,16	0,74	+ 6,49	+ 2,36
1	+ 1,01	+ 0,16			
0,56	+ 4,25	+ 0,83			
0,42	+ 5,98	+ 1,47			
0,30	+ 7,35	+ 1,47			

Come si vede, quando l'aria è assai rarefatta vi è ancora predominio di cariche positive sul disco collettore; ma con rarefazione molto moderata, il disco stesso raccoglie più elettricità negativa che positiva.

Questi fatti mi sembrano indicare, che mentre le particelle sia positive che negative generate nella regione del gas attraversata dalle scintille, si diffondono rapidamente in tutto il recipiente, nelle regioni poco lontane dalla scintilla v'e ancora una certa prevalenza nei moti la cui direzione parte dalla scintilla, segnatamente pei ioni positivi, in causa della loro massa molto maggiore di quella spettante agli elettroni.

La presenza del disco *GH* varrà ad arrestare parte di tali ioni positivi, d'onde una minor deviazione al galvanometro e fin'anche una inversione di essa.

4. Effetto prodotto dal diaframma sull'azione meccanica delle particelle.

Era interessante esaminare quale effetto avrebbe prodotto la presenza d'un disco, quale *GH* della fig. 3, qualora invece di raccogliere semplicemente le cariche trasportate, si esamina l'azione meccanica prodotta dalle particelle in moto, collocando un mulinello mobilissimo al posto del disco collettore *A*. Per comodità l'apparecchio fu

in tal caso collocato in posizione verticale, come vedesi nella fig. 4 (scala 1 : 3), in cui B e C sono gli elettrodi, K un disco di vetro orizzontale, W un mulinello leggiero ad alette inclinate, che può essere spostato in senso verticale facendo avvolgere più o meno sopra un tubetto di vetro, che in grazia d' un giunto a smeriglio si può far girare a piacere, il sottilissimo filo di bozzolo al quale il mulinello è sospeso. È facile collocare variamente il disco K, toglierlo di posto se occorre, non che mutare il mulinello, perchè l' apparecchio è costituito da due parti unite fra loro in grazia d' una chiusura conica smerigliata.

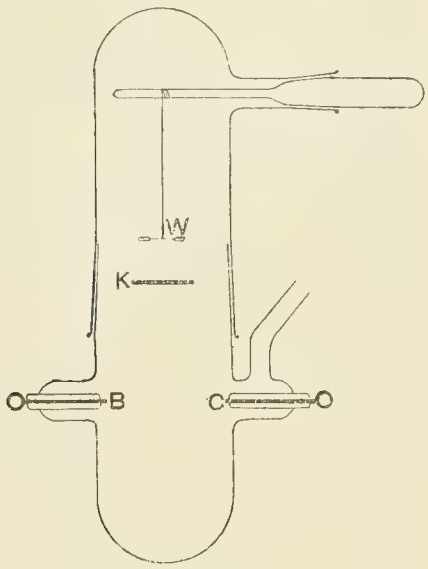
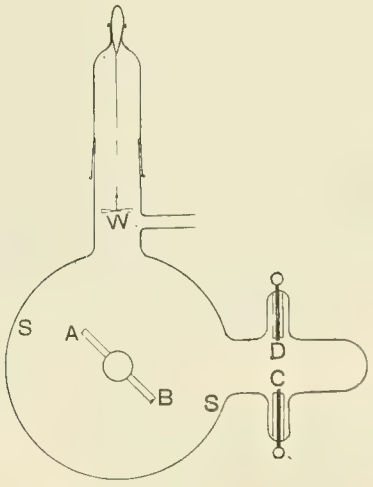


Fig. 4.

Con tale disposizione ho osservato, in via generale, che il mulinello ruota anche quando è presente il disco K, (il cui diametro è un poco maggiore di quello del mulinello stesso). Però a seconda dei casi la rotazione è più o meno rapida, e può anche invertirsi. Ecco, come esempio, la descrizione d' una esperienza, per la quale si aveva $P = 0{,}5$ mm., $s = 3$ mm.

Posto K a 55 mm. al disopra di BC vidi che, quando la distanza fra K e W era di 12 mm., il mulinello non girava affatto. Mettendolo più in alto, esso girava nel senso usuale, cioè come se vi fosse una corrente d' aria che soffiasse dal basso all' alto. Ma avendolo alquanto abbassato, in modo che la sua distanza da K fosse minore di 12 millimetri esso si mise a girare in senso opposto, cioè come se fosse sotto l' azione d' un soffio che spirasse dall' alto in basso.

Fig. 5.



Quest' esperienza mi sembra indicare l' esistenza d' una specie di riflessione o di rimbalzo sulle pareti del recipiente, delle particelle, emesse dalla regione attraversata dalla scintilla.

Per mettere in evidenza tale riflessione, dato che esistesse, pensai di realizzare la esperienza seguente, la quale diede infatti l' effetto preveduto.

L' apparecchio consta di un palloncino di vetro SS (fig. 5 a $^1/_4$ del vero) avente tre fori circolari. In uno di essi è fissato un giunto di vetro a smeriglio (il cui asse è perpendicolare al piano della figura), il quale permette d' inclinare più o meno un disco di vetro AB, il cui centro coincide con quello del pallone. Un altro foro, assai largo, fa comunicare il pallone con un tubo orizzontale, nel quale penetrano gli elettrodi C, D

per le scintille. Il terzo foro, infine, posto in alto, riceve un tubo verticale entro cui trovasi il mulinello sospeso *W*.

Questo gira per effetto del bombardamento, che riceve più o meno indirettamente dalle scintille; ma se si fa ruotare il disco *AB*, dapprima disposto orizzontalmente, sinchè assuma l'inclinazione a 45° come nella figura, l'azione meccanica sul mulinello risulta sensibilmente aumentata. Se, per esempio, mentre il disco *AB* era orizzontale il mulinello aveva seguitato a girare sinchè la torsione del filo di sospensione aveva finito per arrestarlo, bastava dare al disco l'inclinazione indicata perchè si producesse di nuovo la rotazione, e quindi un aumento di torsione. Tale effetto si constata con piena certezza, benchè sia meno marcato di quanto si sarebbe forse creduto.

5. Nuovo apparecchio per lo studio del bombardamento dovuto alle scintille.

A chiarire alcun poco il meccanismo dei fenomeni studiati giudicai necessario effettuare qualche misura relativa all'azione di bombardamento prodotto a varie distanze dalla scintilla. Ma mi accorsi subito che il tubo da scarica della fig. 4 mal si prestava all'uopo, specialmente per il fatto, che la scintilla non si trova a metà altezza dell'apparecchio, ciò che è causa di dissimetria nei fenomeni sopra e sotto la scintilla. Per questo motivo, ed anche per maggiore facilità dell'aprirlo e chiuderlo quando occorreva cambiare i mulinelli, ho costruito l'apparecchio della fig. 6, che poi ho adoperato lungamente anche per altri scopi.

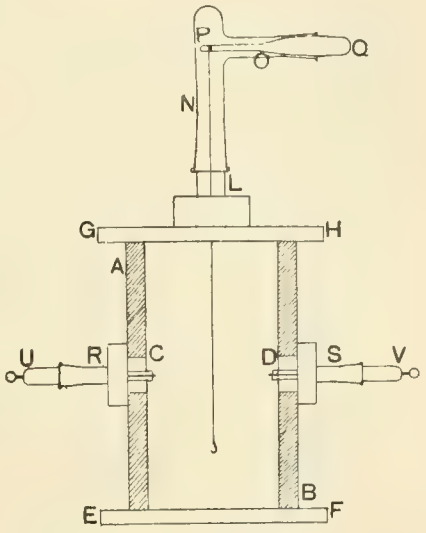


Fig. 6.

Esso è costituito da un cilindro di vetro a grosse pareti *AB* alto 14 centimetri (la fig. 6 è alla scala di 1 : 4), che può chiudersi alle basi, opportunamente smerigliate, mediante le lastre piane *EF*, *GH*, la seconda delle quali è forata nel mezzo, per ricevere il sistema di tubi *LNQ* destinato, come quello analogo della fig. 4, al sistema di sospensione dei mulinelli. Ma, oltre al giunto a smeriglio *O*, che permette di far girare su sè stesso il cannello *PQ* su cui s'avvolge il filo di sospensione, si ha in *L* un altro giunto conico, che riesce assai utile, particolarmente per centrare il mulinello rispetto alle pareti. Gli elettrodi per le scintille penetrano nell'apparecchio attraverso i due fori *C*, *D*, sono fissati a tubi di vetro *U*, *V*, congiunti ai tubi fissi *R*, *S* con coni smerigliati. Da uno dei tubi *R*, *S* parte un tubo di vetro, non rappresentato nella figura, che va alla pompa. Nella sua forma definitiva, adottata più tardi, l'apparecchio ha i tubi *R*, *S* saldati alla parete cilindrica (che non è più così grossa come nel primo apparato) e similmente *L* è saldato a *GH*, mentre il fondo del

cilindro è chiuso. Per tal modo l'apparecchio assume l'aspetto di quello rappresentato nella figura 23. Ma mi sono a lungo e utilmente servito dell'apparecchio fig. 6, in cui quelle congiunzioni sono fatte a mercurio e ceralacca (1).

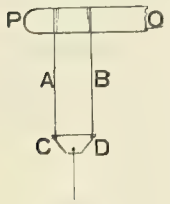


Fig. 8.

Nel nuovo apparecchio il filo di bozzolo, al quale è sospeso il mulinello, non è semplicemente avvolto più o meno sul cannello *PQ*. Se avessi conservato tale disposizione, avrei necessariamente modificato la lunghezza della parte libera del filo stesso, e quindi la sua elasticità di torsione, ogni volta che avessi voluto collocare il mulinello a diversa distanza dalla scintilla e quindi a diverse altezze. La disposizione indicata dalla fig. 8 toglie tale inconveniente, perchè il filo di bozzolo ha una lunghezza invariabile, e sul cannello *PO* si avvolgono più o meno due grossi fili *A*, *B*, che sostengono la piastrina *CD*, inferiormente alla quale è attaccato il detto filo di sospensione.

6. Azione meccanica alle varie distanze dalla scintilla.

Era da prevedere, che l'azione meccanica prodotta dalle scintille presentasse un valore massimo per una certa distanza fra il mulinello e l'asse della scintilla. Infatti non v'è ragione perchè il mulinello giri, se esso si trova all'altezza della scintilla, e ciò per ragioni ovvie. Portato più in basso assumerà un moto rotatorio in un certo senso; portato invece più in alto si metterà a girare in senso contrario. Ma continuando ad allontanarlo l'effetto dovrà necessariamente calare di nuovo. Perciò ad una certa distanza si avrà un effetto massimo, e sarà quindi massima la torsione del filo di sospensione, che vale ad arrestare il mulinello.

È appunto questa torsione, che fa equilibrio al bombardamento, che ho misurato in varie condizioni sperimentali, e in particolare a varie distanze fra il centro del mulinello e la retta, che è asse comune dei due elettrodi.

Una graduazione di 10° in 10°, segnata sopra una striscia di carta incollata esternamente all'apparecchio fig. 6, facilitava la valutazione della torsione con esattezza sufficiente, se la rotazione compiuta dal mulinello prima di arrestarsi comprende vari giri. Ecco come esempio i risultati d'una serie di misure. Con *d* indico la distanza

---

(1) Da lunghissimo tempo impiego negli apparecchi provvisori a gas rarefatti le chiusure a mercurio, efficaci e facili ad eseguire. Allo scopo che altri possa ricorrervi indico qui un modo di eseguirle, supponendo si tratti a mò d'esempio del collegamento del tubo *L* colla lastra *GH* della fig. 6. Il tubo *L* (fig. 7) è fissato nel foro della lastra *GH* mediante ceralacca. Nello stesso modo, (oppure mediante un cemento composto con vetro solubile e carbonato di calce) viene fissato su *GH* l'anello di vetro *BC*; in *M*, *M*, è versato del mercurio immobilizzato poi con un grosso strato *N*, *N*, di ceralacca oppure di gesso da forme.

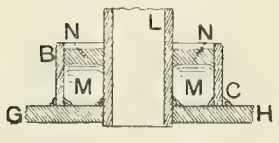


Fig. 7.

in millimetri fra mulinello e asse della scintilla, con T la torsione del filo che arresta il mulinello, espressa in giri e frazioni.

d ...	5	10	15	20	30	40
T ...	6,7	12,9	11,2	10	5,7	3,4

In queste esperienze il mulinello era al di sopra della scintilla; per eguali distanze ma col mulinello al di sotto si ebbero valori poco diversi. Ciò non sarebbe accaduto impiegando il tubo fig. 4, col quale ad eguali valori della torsione corrisponderebbero distanze più grandi quando il mulinello è al disopra della scintilla che quando è al disotto. In ogni modo però l'esistenza di una distanza, per la quale il bombardamento ha una massima efficacia, risulterebbe stabilita egualmente.

Naturalmente variano i risultati numerici mutando s, C e P; ma l'andamento dei fenomeni rimane invariato.

7. Influenza della pressione.

L'influenza che ha sui risultati il valore di P merita d'essere considerata a parte. Qui pure era facile prevedere qualitativamente l'effetto di una variazione nella pressione dell'aria contenuta nell'apparecchio.

Infatti è chiaro, in primo luogo, che con pressioni troppo elevate le collisioni fra particelle elettrizzate e molecole gassose devono divenire così frequenti, che quelle devono finire col muoversi indifferentemente in ogni direzione anche a non grande distanza dalla regione in cui sono create. D'altra parte è verosimile che rarefacendo molto l'aria gli effetti debbano finire col diminuire, in causa della diminuzione del numero delle molecole gassose presenti suscettibili di ionizzazione.

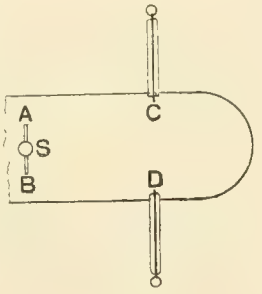


Fig. 9.

Tutto ciò si è verificato con esperienze simili a quella descritta or ora, colla differenza però che il mulinello rimaneva ad un'altezza fissa, e si faceva variare la pressione. Ma ho confermato questo risultato anche con esperienza d'altro genere, e cioè per mezzo dell'apparecchio fig. 9.

Il tubo di scarica è orizzontale, e C, D sono gli elettrodi. Il bombardamento ha luogo contro una lastrina di mica o di metallo AB, cui è attaccato uno specchietto piano S, entro il quale si guarda con un cannocchiale l'immagine di una scala a millimetri. La lastrina è attaccata alla estremità di una molla orizzontale, presso a poco come l'áncora d'un campanello elettrico è attaccata alla sua molla, la quale è poi fissata per l'altra estremità alla parete del tubo. Il bombardamento subìto dalla lastrina la fa inflettere, non però in modo permanente in causa della naturale intermittenza del fenomeno, non che della non identità delle successive scintille fra loro. Tuttavia, per quanto raramente accada di veder immobile l'imagine della scala, si riesce

a raccogliere dati numerici, i quali sono sufficienti per avere una sicura indicazione sull'andamento dei fenomeni.

Indico con P la pressione in mm. e con T la deviazione (media di tre letture):

P	0,08	0,15	0,19	0,28	0,44	0,63	0,84	1,21	1,45
T	7,4	10,5	12,5	19,3	30	43,5	57,5	75	79,7

La notevole diminuzione dell'effetto meccanico al diminuire della pressione risulta così messo in evidenza. Ed è confermato da altre esperienze eseguite con differente disposizione e precisamente adoperando l'apparecchio della fig. 6, entro cui il mulinello ad alette elicoidali era portato da una sospensione bifilare di scarsa sensibilltà, tale cioè che per effetto del bombardamento esso si spostava d'un angolo piccolissimo. Le deviazioni alle varie pressioni si leggevano col metodo della riflessione mercè uno specchietto verticale attaccato sotto il mulinello. In una serie di misure ho trovato:

P	0,14	0,21	0,38	0,71	0,97	1,18	1,93	3,95	4,2
T	20	39	45	72	82	92	85	34	34

Anche con questa nuova disposizione sussiste l'inconveniente della precedente, e cioè quello del non riuscire quasi mai a vedere fermarsi lo specchio. Ma si perviene a risultati abbastanza soddisfacenti leggendo gli estremi delle successive oscillazioni nei due sensi, e calcolando nel modo conosciuto la posizione di fermata.

Oltre alla diminuzione dell'efetto meccanico, che si manifesta alle basse pressioni, si osserva quì anche l'altra nel senso delle pressioni più elevate, verosimilmente dovuta all'aumentata frequenza delle collisioni, che tendono a far sì che le particelle cessino di avere direzioni di moto preferite.

Esiste dunque una pressione, di valore variabile a seconda delle circostanze, per la quale l'effetto del bombardamento è massimo.

Naturalmente non si può aumentare senza limite la pressione, perchè si arriva ben presto a un punto a cui le scintille cessano entro l'apparecchio, salvo che non si aumenti alquanto la lunghezza s della scintilletta nell'aria libera.

8. L'emissione di particelle è o no egualmente abbondante per le varie regioni della scintilla?

La risposta a questo quesito, che naturalmente presenta molto interesse, fu ottenuta spostando gli elettrodi, e per conseguenza anche la scintilla che scocca fra essi, al disotto d'un mulinello, e misurando la torsione del filo di sospensione che vale ad arrestarne la rotazione. L'apparecchio costruito all'uopo è quello rappresentato dalla fig. 10 a circa un sesto del vero.

Gli elettrodi *AB*, *CD* sono asticelle metalliche circondate da tubi di vetro rigidamente collegati fra loro inferiormente, i quali le lasciano scoperte solo per qualche

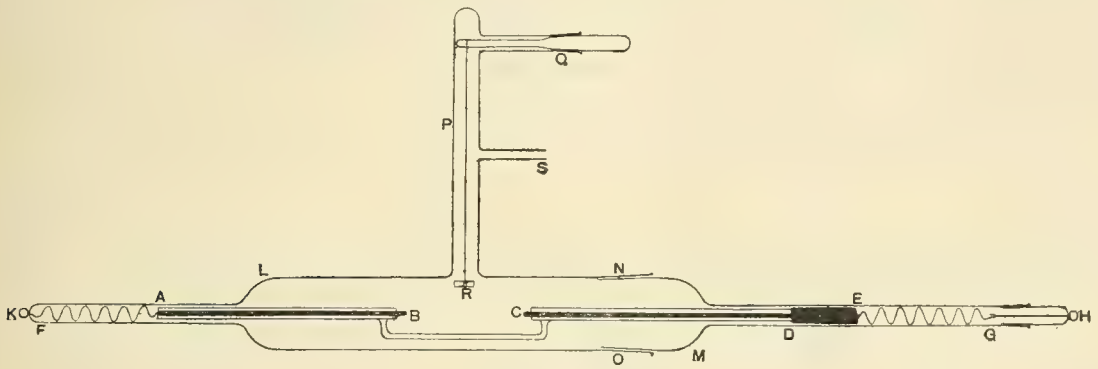


Fig. 10.

millimetro in *B* e *C*. Alle estremità lontane le asticelle sono unite ad eliche di sottile filo di rame *AF*, *EG* comunicanti coi fili di platino *H* e *K* saldati nel vetro alle estremità dell'apparecchio. Questo consta dei tubi sottili *FL*, *MG* e del largo tubo *LM*, diviso in due parti, che in *NO* si uniscono con buona tenuta.

Il largo tubo è poi munito di un ramo verticale *P* portante in alto il solito sistema d'attacco a cono smerigliato *Q* pel filo di sospensione del mulinello *R* ad alette inclinate o elicoidali. Infine un tubetto *S* saldato al tubo *P* serve per la comunicazione colla pompa.

Tutto il sistema *ABCD* può spostarsi facilmente nel senso della sua lunghezza, e quindi si può fare in modo, che immediatamente al disotto del mulinello *R* si trovi una regione qualunque della scintilla *BC* (lunga nove centimetri), per esempio una delle estremità oppure il suo mezzo. Lo spostamento si ottiene facilmente collocando un rocchetto percorso momentaneamente da una corrente intorno al tubo *MH*, e spostandolo nel debito senso. Agendo sul cilindretto di ferro *DE*, il rocchetto fa spostare gli elettrodi nel senso del proprio movimento.

Ecco ciò che ho constatato sperimentando con questo apparecchio.

Se dapprima il mulinello è, come nella figura, al disopra della regione mediana,

della scintilla, e si aspetta che la torsione del filo a cui è sospeso lo arresti, spostando la scintilla in un senso o nell'altro si vede il mulinello girare ancora un poco torcendo così anche di più il filo che lo sostiene. L'aumento di torsione è assai pronunciato se lo spostamento dato agli elettrodi è tale, che il mulinello venga in ultimo a trovarsi al di sopra di una delle estremità della scintilla. Ciò accade qualunque sia il grado di rarefazione dell'aria, come pure quando si impieghino condensatori di capacità differenti da quella più usata in queste ricerche, o quando si faccia variare la lunghezza della scintilla nell'aria libera.

Ne risulta, che il bombardamento, cui si deve la rotazione del mulinello, parte bensì da tutte le regioni della scintilla, ma ha un'intensità più considerevole alle estremità delle scintille stesse, e cioè presso gli elettrodi.

Seguendo con un piccolo cannocchiale il passaggio delle quattro alette del mulinello, è facile valutare la torsione del filo che vale ad arrestarlo. Questa determinazione si può eseguire, sia a partire dal momento in cui si comincia a far scoccare le scintille e il mulinello comincia a spostarsi, sia, il che riesce più agevole, cominciando a torsione completa e sopprimendo le scariche.

Per dare qualche idea quantitativa intorno a ciò, ecco le torsioni misurate (in giri e frazioni di giro) in alcune esperienze. La prima linea orizzontale della tabella seguente contiene le pressioni dell'aria in millimetri, la seconda, segnata *M*, la torsione quando il mulinello si trova sopra la parte mediana della scintilla, e la terza, segnata *E*, quella nel caso in cui si trova invece al disopra d'una delle estremità.

In questo caso la distanza orizzontale fra l'estremità dell'elettrodo e la verticale del filo di sospensione era di 14 mm.

Pressione	0,23	0,6	1,05	1,4	3
Torsione *M*	0,6	1	1,5	1,9	2
Torsione *E*	0,9	1,4	2,4	2,8	2,6

Dunque l'emissione è notevolmente più abbondante a partire dalle estremità della scintilla che dalla parte mediana.

Ad una identica conclusione portano altre esperienze, colle quali ho potuto misurare la carica trasportata dalle particelle partenti da varie regioni della scintilla.

A tale scopo adoperai lo stesso apparecchio della fig. 10 modificato opportunamente.

E cioè fu tolto il mulinello ed introdotta nel tubo P una camera di Faraday rivolta all'ingiù, simile a quella della fig. 2 ma di dimensioni assai minori. Il dischetto collettore, racchiuso nella camera metallica comunicante col suolo, restava a circa 8 centimetri al disopra della scintilla mobile, e comunicava, come quello della fig. 2, con uno dei reofori del galvanometro, mentre col secondo reoforo comunicava la scatola protettrice, sempre nel modo indicato dalla figura stessa.

Ecco alcuni risultati:

Pressione	3.^{mm}	2,5	1,3	0,62	0,54
Corrente M	— 0,002	+ 0,019	+ 0,181	+ 1,616	+ 1,807
Corrente E	+ 0,040	+ 0,060	+ 0,221	+ 1,626	+ 1,807

Da questi numeri si desume, che mentre a pressioni piuttosto basse, per esempio 0,6 mm., la carica positiva raccolta nella camera di Faraday è sensibilmente la stessa, sia che sotto di essa si trovi una estremità della scintilla o la sua parte mediana, quando la rarefazione è meno spinta si constata un effetto da parte delle regioni attigue agli elettrodi assai maggiore di quello che produce la regione mediana. Anzi ho più volte ottenuto una corrente di senso contrario a quello ordinario (per es. alla pressione di 3 mm.) quando la parte mediana stava di fronte al disco collettore, come se la distanza fra scintilla e mulinello fosse assai grande, e quindi come accadeva nel caso dell'esperienza della fig. 3, quando fra la scintilla e il disco collettore si trovava qualche ostacolo.

9. Forma da darsi ai mulinelli.

Per le esperienze fin qui descritte, nelle quali occorre far uso di un mulinello ad alette inclinate o di forma approssimativamente elicoidale, come quella delle pale d'un elica da areoplano, la forma delle alette, il loro numero e le loro dimensioni non hanno altra importanza all'infuori di questa, e cioè che il mulinello può riescire più o meno sensibile all'azione meccanica cui viene esposto. Il più delle volte, e per ragione di facilità e rapidità di costruzione, il mulinello fu preparato piegando leggermente e tutti nello stesso senso i quattro rami, a forma di settori, d'una croce di sottilissima lastra di alluminio, in modo che detti settori assumessero una forma elicoidale, oppure applicando quattro alette di mica e fissandovele con gutta-perca, in quattro

tagli, come *BC*, praticati a 45° gradi coll'asse all'intorno d'un cilindretto di ebanite (fig. 11). Un leggero uncino *A* fatto con un sottile filo di vetro, applicato esso pure con guttaperca, serviva in generale per attaccare il mulinello al filo di sospensione, terminante in basso con un analogo uncino di vetro. La fig. 11 mostra in grandezza naturale uno di questi mulinelli.

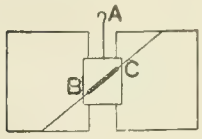


Fig. 11.

Questo mulinello sarebbe origine di gravi cause di errore nel caso delle espèrienze che dovrò descrivere nel seguente paragrafo, nelle quali interviene l'azione d'un intenso campo magnetico, e ciò in causa di certi nuovi fenomeni, alla esposizione dei quali è dedicata la II Parte della presente Memoria. Si vedrà infatti, che basta che esista il campo magnetico, perchè, indipendentemente dal bombardamento generato dalle scintille, un mulinello posto in un gas ionizzato assuma un moto rotatorio. Ciò che caratterizza la nuova azione del campo è il fatto di essere un'azione polare, e cioè di determinare una rotazione che si inverte invertendo il campo magnetico, mentre l'azione di questo in quanto a modificare gli effetti meccanici che si manifestano intorno alle scintille in un gas rarefatto, non dipende dalla direzione del campo.

Ma se conoscendo questo carattere differenziale si può evitare ogni inganno, non è però possibile far sparire in modo assoluto l'azione polare del campo. Solo si riesce ad attenuarla assai, adottando per il mulinello la forma indicata dalla fig. 12, di cui la parte inferiore mostra la sua proiezione orizzontale. Le alette sono due soltanto, e costituite da sottilissime lastrine di mica, che a prima vista sembrano orizzontali, tanto è piccola la loro inclinazione. Se il lato della lastrina di sinistra il più vicino all'osservatore è leggermente più alto del lato opposto, avviene il contrario per la lastrina di destra, e perciò gli urti su di esse diretti verticalmente risultano cospiranti in quanto ad imprimere al sistema un moto notatorio. Le lastrine sono fissate a fili di vetro *BC* per mezzo d'un cilindretto di ebanite *B* avente a tale scopo un forellino in una delle basi, e un taglio diametrale nell'altra; ed i detti fili, come pure l'uncino *A*, sono introdotti entro forellini praticati nel cilindro d'ebanite *CC*. Si può considerare la fig. 12 come tracciata press'a poco in grandezza naturale.

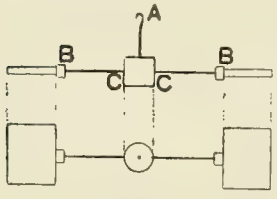


Fig. 12.

Con simile disposizione l'azione polare del campo è ridotta al minimo, e resta in certo modo come un termine di correzione, la cui entità si potrà apprezzare osservando ciò che accade invertendo la direzione del campo medesimo.

Invece di sospendere i mulinelli ad un filo di bozzolo (qualche volta ad un filo di quarzo), ho in alcuni casi, particolarmente in apparecchi costruiti a scopo dimostrativo, adoperato dei mulinelli uniti ad un piccolo cappelletto di agata come quello dell'ago d'una bussola, e messi in billico sopra l'acutissima punta d'un ago d'acciaio verticale ben temprato. La mobilità del mulinello risulta però minore che colla sospensione.

10. Influenza del campo magnetico sulle particelle emesse dalle scintille.

Fu già constatata una tale influenza sino dalle mie prime ricerche. Essa si manifesta tanto con una variazione nell' intensità del bombardamento, che fa girare un mulinello, quanto, con variazioni della quantità di elettricità raccolta dal disco collettore della camera di Faraday.

In relazione a questa seconda influenza ho raccolto alcune misure, registrate nelle colonne segnate i' delle tabelle numeriche riportate nel § 3. I numeri di tali colonne non sono altro che le intensità in microampère della corrente nel galvanometro, quando un campo magnetico longitudinale generato dal rocchetto R agiva sull' apparecchio (fig. 2). Con una corrente di 16 ampère nel filo del rocchetto l' intensità del campo a 15 mm. dalla faccia polare ora di circa 1500 gauss. Confrontati a quelli delle colonne segnate i, i numeri delle colonne i' fanno vedere, che per azione del campo diminuisce la carica raccolta dal dischetto nella camera Faraday. Ciò accade anche nel caso in cui, come nelle esperienze della fig. 3, un disco ripari la camera di Faraday dal bombardamento diretto.

Resta così confermato in modo sicuro un fatto, che già annunciai in base ad esperienze meno precise. Un tal fatto si prevede, una volta che si ammetta l' ipotesi delle coppie elettrone-ione positivo, rese meno instabili dal campo. Infatti in causa del persistere insolito di tali coppie accadrà, che qualche particella (ione o elettrone) arrivi al collettore accoppiata con una di opposta carica, mentre arriverebbe libera e sola se il campo non esistesse.

A proposito dell' influenza del campo magnetico sui ioni ed elettroni partenti dalla scintilla ho a lungo tentato di ottenere una verificazione sperimentale della seguente previsione teorica basata sulla ipotesi delle coppie giranti elettrone-ione positivo. Se sotto l' influenza del campo magnetico generato da un polo magnetico, posto al disotto dell' apparecchio fig. 6, si formano, o meglio acquistano una maggior durata, le supposte coppie giranti, siccome esse sono respinte dal polo verso la regione in cui è minore l' intensità del campo, dovranno accelerare la rotazione di un mulinello soprastante come quello W della fig. 4 (dalla quale si supponga soppresso il disco K).

I primi tentativi diedero risultati incerti perchè, indipendentemente dalle ipotetiche coppie, il campo magnetico fa variare in qualche caso in un senso, in altri casi in senso opposto, il potenziale di scarica, donde una variazione nell' intensità del bombardamento, e perciò nel valore della torsione, necessaria per arrestare il mulinello. Vi era poi l' altra difficoltà da superare, dipendente dai fenomeni che saranno studiati più avanti, la quale consiste in ciò, che l' effetto osservato non risulta indipendente dalla direzione del campo magnetico.

Si elimina per quanto è possibile quest' ultima difficoltà, come si disse, adottando la forma di mulinello rappresentata nella fig. 12; e quanto alla influenza sul potenziale

di scarica, essa si toglie di mezzo adoperando non uno, ma due eguali mulinelli *W*, *W*, fra loro solidali e posti l'uno al disopra e l'altro al disotto della scintilla *CD*, come si vede nella fig. 13 (nella quale non si è disegnato l'apparecchio contenente l'aria rarefatta posto col suo asse in coincidenza con quello del rocchetto *R*). Spostando in senso verticale il sistema dei mulinelli si trova una posizione, per la quale le azioni fra loro opposte sui due mulinelli si elidono. Se in questo istante si eccita il campo magnetico, dovrà vedersi il sistema sospeso mettersi a girare, come se una corrente d'aria diretta dal basso all'alto lo investisse.

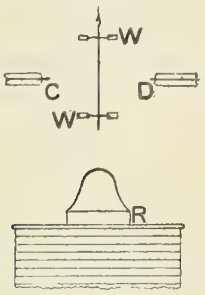


Fig. 13.

E non basterà che si ottenga tale rotazione. Dovrà constatarsi altresì, che essa non s'inverta invertendo il campo magnetico, se no essa dovrebbe ascriversi al fenomeno di rotazione descritto più avanti. Inoltre si dovrà aver cura di verificare che, sollevando o abbassando i mulinelli in modo che essi abbiano a ruotare lentamente anche in assenza del campo magnetico in conseguenza della prevalenza dell'azione meccanica su uno di essi, quando si eccita il campo la rotazione si acceleri, se avviene già nel senso in cui tende a produrla la ripulsione sulle coppie giranti, ed invece rallenti o anche si inverta, se avviene già prima in opposta direzione.

Effettivamente mi sono convinto che le cose accadono perfettamente nella maniera preveduta; tuttavia non oserei presentare questa esperienza come una valida dimostrazione della reale esistenza delle coppie giranti, perchè si tratta d'una esperienza di esito non sicuro, in causa principalmente della variabilità di forma e di struttura delle scintille che scoccano successivamente sull'apparecchio. È vero che, quando il risultato previsto manca, si scorge presto il motivo di tale insuccesso, che suol essere un lieve cambiamento di luogo delle scintille prodotto da qualche modificazione alla superficie degli elettrodi; ma per convincere occorrono esperienze di successo costante, e questa non soddisfa a tale condizione.

11. Conclusione tratta dalle presenti ricerche.

Il meccanismo con cui si producono le scariche a scintilla ci è quasi interamente ignoto, o almeno sappiamo di esso molto meno di quello che si sa per altre forme di scarica, e particolarmente per le scariche in gas rarefatti costituite da colonna positiva, spazio oscuro, bagliore negativo ecc. È naturale quindi che non si possa indicare con qualche sicurezza l'origine dei ioni positivi e degli elettroni, i cui rapidi moti sono dalle descritte esperienze messi in evidenza.

Tuttavia non sembra esservi dubbio intorno al fatto, che in una scintilla hanno luogo violentissimi movimenti molecolari e abbondante formazione di ioni delle due specie, non chè di semplici elettroni, i quali come è noto, quando si tratta di gas rarefatti restano in maggioranza liberi, e cioè solo in piccola parte si uniscono ad atomi o gruppi atomici per formare ioni negativi.

Oltre alla ionizzazione per urto vi sarà forse da tener conto di altre cause di ionizzazione, per esempio l' azione dei raggi X dovuti alle variazioni di velocità dei ioni e degli elettroni, l' azione delle radiazioni luminose prodotte durante il processo di scarica, come pure l' effetto dovuto alle rapide alternazioni del campo elettrico, in quanto che si tratta certamente quasi sempre in queste esperienze di scariche oscillanti.

In ogni modo è certamente nella scintilla luminosa e nella sua immediata vicinanza, e quindi nella regione del gas che si trova fra gli elettrodi e non troppo si estende intorno alla retta che li congiunge, che si formano o si separono dagli atomi i ioni positivi e gli elettroni, i quali si lanciano poi in ogni direzione in virtù delle velocità da essi possedute. Naturalmente, rispetto ad una data regione del gas, sarà prevalentemente dalla regione occupata dalla scintilla che arrivano le particelle elettrizzate. Se non chè, in causa delle incessanti collisioni, si finirà coll' avere a sufficiente distanza dalla scintilla un movimento di particelle elettrizzate in ogni direzione senza preferenza alcuna.

Però, stante la loro massa assai più considerevole, i ioni positivi devono conservare un poco più a lungo la direzione primitiva di movimento. Ciò appunto sembrano indicare le esperienze del § 3 relative alle cariche raccolte da un conduttore colpito dalle particelle emesse dalle scintille.

Infine è utile notare che, mentre nel caso della usuale corrente tranquilla nei tubi a gas rarefatto gli elettroni, che nascono in prossimità del catodo, ed i ioni positivi, che nascono nel bagliore e si muovono verso il catodo stesso, restano durante il loro moto nel campo elettrico, e acquistano così crescenti velocità, altrettanto non accade nel caso della scintilla. In questo caso un atomo si scinde ad un tratto in elettrone e ione positivo come per una specie di esplosione, cioè in seguito ad un' azione istantanea, quand'anche tale azione consista in un' intensa forza elettrica, e ne consegue che secondo ogni verosimiglianza le quantità di moto dei ioni e degli elettroni risulteranno, se non eguali, almeno non tanto differenti, come se invece si avesse l' eguaglianza delle forze vive. Questa considerazione ha una certa importanza relativamente a quanto si esporrà nella II Parte di questa Memoria.

PARTE SECONDA

Le rotazioni ionomagnetiche.

12. La prima osservazione del nuovo fenomeno.

Nel corso delle mie esperienze sull'azione meccanica generata a distanza dalle scintille nell'aria rarefatta, ebbi occasione di fare la seguente osservazione. Sperimentavo con un mulinello ad alette inclinate sospeso entro un apparecchio come quello della fig. 4 o meglio della fig. 6. Se tale mulinello, collocato dapprincipio molto in alto si abbassa finchè si trovi sulla retta *UV* (fig. 6), cioè in linea cogli elettrodi, esso cessa di ruotare, ed abbassandolo ancora più, esso assume, com'è naturale, una rotazione di senso opposto a quello di prima. Ma se mentre si trova press'a poco all'altezza degli elettrodi, e quindi o non si muove o ruota in modo lentissimo nell'uno o nell'altro senso, si crea un campo magnetico verticale (per esempio mediante il polo di un rocchetto, simile ad *R* fig. 13, collocato sotto l'apparecchio), subito il mulinello assume un moto di rotazione, spesso assai veloce, il cui senso s'inverte quando s'inverte il senso della corrente generatrice del campo.

Era evidente, che l'inclinazione delle alette del mulinello non poteva avere nessuna influenza nella produzione del nuovo fenomeno; ragione per cui preparai dei mulinelli ad alette verticali, che presentarono il medesimo comportamento, come mi aspettavo.

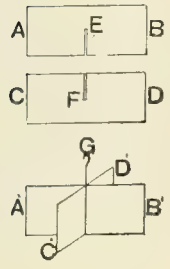


Fig. 14.

Un metodo assai semplice e rapido per costruire tali mulinelli è il seguente. Da una sottilissima laminetta di mica taglio due rettangoli *AB*, *CD* (fig. 14 press'a poco in grandezza naturale), e pratico in essi a metà lunghezza e sino a metà larghezza due sottili tagli *E*, *F*, in grazia dei quali possono unirsi fra loro ad angolo retto, come vedesi in $A'B'C'D'$. Un piccolo uncino in filo di vetro *G* e una minima quantità di ceralacca (oppure di un cemento fatto con vetro solubile e carbonato di calce precipitato) rendono il tutto perfettamente solidale e rigido.

In quelle prime esperienze il mulinello era sempre collocato all'altezza degli elettrodi; perciò, date le sue limitate dimensioni, nonchè dato il volume considerevole che solevano avere le scintille (impiegavo aria assai rarefatta e condensatori di grande capacità), si può dire che il mulinello era *immerso* nelle scintille. In tali condizioni riconobbi, che la rotazione del mulinello aveva luogo nel senso stesso della corrente circolante nel sottoposto rocchetto. Chiamerò d'ora in poi *rotazioni positive* quelle che seguono tale regola. Ma più tardi ottenni anche rotazioni, che chiamerò *negative*, nel senso opposto a quello delle positive, ossia in senso contrario a quello della detta corrente.

Passò qualche tempo prima che giungessi a farmi un'idea, che credo esatta, in-

torno alla causa del fenomeno constatato; ed intanto modificai le condizioni dell'esperienza in varie direzioni, trovando nuovi dati su cui appoggiare una spiegazione. Ma, piuttosto che dilungarmi in una esposizione delle mie ricerche in ordine cronologico, giudico preferibile esporre subito la mia spiegazione, per poi farla seguire dalla descrizione delle varie esperienze, le quali in gran parte ne costituiscono delle verificazioni. Non sarebbe difficile, io credo, il formare una teoria abbastanza completa di questi fenomeni, traendo partito dei risultati raggiunti nella teoria molecolare dei gas, e seguendo metodi analoghi a quelli di tale teoria. Ma, per ora almeno, non ne appare una reale utilità. Perciò preferisco limitarmi a spiegare le rotazioni prodotte dal campo magnetico in una maniera forse meno rigorosa, ma indubbiamente più semplice e chiara.

13. Causa delle rotazioni prodotte dal campo magnetico.

Era intuitivo l'attribuire questo fenomeno nuovo al fatto, che gli elettroni ed i ioni esistenti intorno alle scintille, non si muovono più secondo linee rette fra un urto e l'altro, allorchè esiste un campo magnetico. La loro traiettoria diviene infatti un'elica (supponendo per semplicità uniforme il campo magnetico), il cui asse è parallelo alla direzione del campo; ma tale traiettoria rimane una retta per quelle particelle le quali si muovono parallelamente al campo, prima della creazione di questo, e diviene un arco di cerchio per quelle la cui velocità è diretta perpendicolarmente al campo medesimo.

È noto che quando una particella elettrizzata si muove nel campo magnetico uniforme, la componente di velocità presa secondo la direzione del campo non è da questo modificata, mentre la componente perpendicolare, pur conservando essa pure il primitivo valore, cambia però continuamente la sua direzione, in quanto che la proiezione del moto della particella su di un piano normale al campo è un moto circolare uniforme. Il raggio ρ di tale circonferenza è proporzionale alla componente v della velocità presa normalmente al campo e alla massa m della particella, mentre è in ragione inversa della carica e di essa e dell'intensità H del campo magnetico; di guisa che si può scrivere, indicando con k una costante: $\rho = k \frac{m\ v}{H\ e}$. Infine, il senso nel quale avviene il moto circolare, è quello stesso della corrente alla quale il campo può essere attribuito, se si tratta di una particella negativa (ione negativo oppure elettrone), ed è in senso opposto nel caso d'un ione positivo.

Premesso tutto ciò si può far vedere, ricorrendo, come in tutte le questioni relative ai movimenti molecolari nei gas, a considerazioni di indole statistica e assumendo valori medii, come, in causa della modificazione di forma (da rettilinea ad elicoidale) prodotta sulle traiettorie dei ioni e degli elettroni dal campo magnetico, un mulinello a quattro alette come quello della fig. 14 debba assumere un moto di rotazione, quale è stato osservato.

Siano (fig. 15) OA, OB, OC, OD le quattro alette del mulinello, rappresentate dalle loro intersezioni col piano di figura, che si è preso perpendicolare al campo magne-

tico, e rappresenti la freccia F la direzione della corrente generatrice del campo. Sia M un punto, per ora preso nel piano di figura, nel quale una particella in moto, per esempio un elettrone, subisce un ultima collisione prima di giungere ad un determinato punto E dell'aletta OA. Per ragioni di simmetria vi saranno altri punti M_1, M_2, M_3 simmetrici rispetto ad AB ed alla normale PE, da cui perverranno pure sino in E, dopo un'ultima collisione, degli elettroni con velocità eguali. Evidentemente il loro effetto complessivo è nullo, se non v'è campo magnetico, poichè le traiettorie rettilinee ME, M_1E ecc. sono due a due opposte.

Gli urti dovuti a quei quattro elettroni darebbero un'effetto nullo sull'aletta OA anche se esiste il campo magnetico, qualora non esistessero le alette OC e OD. Infatti in tal caso le traiettorie dei quattro elettroni sono gli archi di cerchio ME, M_1E ecc., percorsi (trattandosi di carica negativa) nel senso della freccia F, e si ha compenso fra gli urti dovuti agli elettroni partiti da M ed M_3, come pure fra quelli partiti da M_1 ed M_2. Pei due primi gli urti avvengono secondo la direzione NE tangente agli archi ME, EM_3; per gli altri due secondo la direzione analoga della retta N_1E. Ora è chiaro, che la presenza delle alette OC, OD impedisce tale compensazione, tanto meglio quanto più il punto E è ad esse vicino, e l'effetto risultante è quello di una rotazione intorno ad O nel senso opposto a quello indicato dalla freccia F. Infatti, se OC e OD riparano E dagli urti degli elettroni provenienti da M_1 ed M_3, mentre per effetto del campo l'elettrone partito da M urta secondo la direzione NE, più vicina di ME alla normale, quello proveniente da M_2 urta in E la faccia opposta di OA secondo la direzione di EN_1 più lontana dalla direzione PE, e perciò l'urto sulla faccia superiore ha effetto predominante.

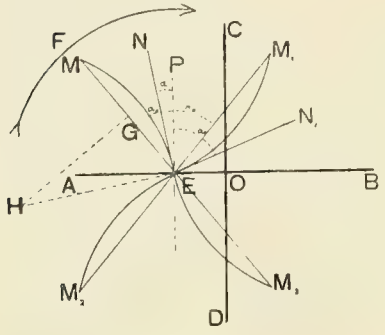


Fig. 15.

Questo che si è detto per un punto M, e pei punti M_1 M_2 M_3 ad esso simmetrici nel modo indicato, potrà ripetersi per ogni sistema di quattro punti simmetrici rispetto ad OA ed EP. Anzi un tale sistema di punti potrà essere fuori dal piano della figura, pur rimanendo però in un piano parallelo a questo, purchè si prendano in considerazione non le intere velocità degli elettroni, ma solo le loro componenti parallele ai detti piani. Infine tutto ciò varrà quando per E si prenda qualunque altro punto dell'aletta OA, come pure varrà per ciascuna delle altre tre alette del mulinello.

È quasi superfluo il far notare, che nella realtà generalmente non accade, che nell'istante stesso in cui un elettrone, il cui ultimo tratto di percorso libero va da M ad E, arriva in questo punto, altri arrivino nel punto medesimo con eguale velocità e partenti dai punti M_1, M_2, M_3. Accade invece indubbiamente, che degli elettroni arrivino in E a brevissimi intervalli con velocità di diverse grandezze e direzioni; ma, siccome nessun motivo esiste, perchè il numero degli elettroni e le grandezze e direzioni delle loro velocità siano sistematicamente differenti fra le regioni di destra

o di sinistra, oppure fra il disopra o il disotto dell'aletta, così in un intervallo di tempo, durante il qnale sia assai grande il numero degli urti che avvengono in E, e tuttavia brevissimo rispetto al tempo richiesto dalla constatazione sperimentale della rotazione, si stabiliranno dei compensi in virtù dei quali la precedente conclusione rimane sostanzialmente valida.

Si può anche dare al ragionamento la forma seguente. Mentre l'elettrone, il quale dopo un'ultima collisione molecolare in M arriva in E, urta l'aletta nella direzione ME, qualora non esista il campo magnetico, esso percorre invece l'arco di cerchio ME se c'è il campo, ed urta l'aletta nella direzione NE. Questa non è altro che la ME girata d'un certo angolo intorno ad E nel senso della freccia F. Ciò è vero anche se, come nel caso del punto M_2, l'elettrone è diretto verso la faccia inferiore di OA.

Ciò posto è chiaro che, mentre se non esistesse l'aletta OC l'effetto complessivo degli urti sulla faccia superiore dell'aletta OA sarebbe equivalente ad una pressione continua diretta normalmente ad essa, per la presenza di OC l'effetto suddetto equivale evidentemente all'azione d'una forza continua avente una direzione compresa nell'angolo AOC. Similmente l'effetto complessivo degli urti subiti dalla faccia inferiore di OA, stante la presenza di OD si ridurrà ad una forza uguale alla precedente avente una direzione compresa nell'angolo AOD. Quelle due forze sono eguali ed egualmente inclinate sul piano OA se non esiste il campo. Ma quando questo agisce entrambe le forze girano d'un certo angolo nel senso della freccia F, il momento della prima rispetto all'asse passante per O aumenta, mentre il momento della seconda diminuisce, e per conseguenza l'aletta tende a girare nel senso opposto a quello della freccia F, poichè tale è il senso della rotazione, che tende a produrre la forza agente sulla faccia superiore di OA.

Quando si possedessero i valori numerici relativi alle quantità, da cui il fenomeno dipende, si potrebbe ricavarne qualche criterio relativamente alle variazioni nella direzione d'urto prodotte dal campo. Se H è il centro dell'arco ME di raggio $HE = \rho$ e si indica con d la distanza ME, con α_0 l'angolo d'incidenza MEP relativo al caso in cui non esiste campo, con α l'angolo d'incidenza col campo, che è NEP, e infine con α_1 l'angolo analogo N_1EP, si ha subito dal triangolo HGE: $\operatorname{sen}(\alpha_0 - \alpha) = \frac{d}{2\rho} = \operatorname{sen}(\alpha_1 - \alpha_0)$ e se ne può ricavare:

$$2\rho \operatorname{sen} \alpha = \sqrt{4\rho^2 - d^2} \operatorname{sen} \alpha_0 + d \cos \alpha_0,$$

$$2\rho \operatorname{sen} \alpha' = \sqrt{4\rho^2 - d^2} \operatorname{sen} \alpha_0 - d \cos \alpha_0, \text{ ecc.}$$

La grandezza della coppia, che fa girare il mulinello, dipende evidentemente da quella di ρ ed anzi il momento della detta coppia varia in senso inverso del raggio ρ. E poichè dalle precedenti formole risulta che $\operatorname{sen}(\alpha_0 - \alpha)$ (o sensibilmente $\alpha_0 - \alpha$ se, come è da ritenersi, quest'angolo è sempre assai piccolo) è inversamente propor-

zionale a ρ, così si riconosce, che il fenomeno della rotazione del mulinello sarà tanto più pronunziato, quanto più è piccolo il prodotto $m\ v$ della massa delle particelle elettrizzate per la componente della loro velocità presa normalmente al campo, e quanto più grande è la loro carica e e l'intensità H del campo magnetico.

Nelle prime esperienze osservai sempre, che il mulinello (immerso, o quasi, nelle scintille) girava nel senso della freccia F. Bisogna dunque ammettere, che l'effetto era dovuto, non ad elettroni, ma a ioni positivi. E siccome è indubitata l'esistenza intorno alla scintilla anche di elettroni e forse di ioni negativi, così bisogna credere, che i fenomeni di rotazione osservati costituiscano un effetto differenziale. Vedremo più oltre come vi siano casi in cui predomina l'effetto dovuto alle cariche negative, cioè come si realizzi il caso della precedente spiegazione. Le rotazioni *positive* (cioè nel senso della corrente magnetizzante) sono dunque precisamente quelle dovute all'azione del campo sulle traiettorie dei ioni positivi; le rotazioni *negative* sono quelle dovute all'azione sulle particelle negative.

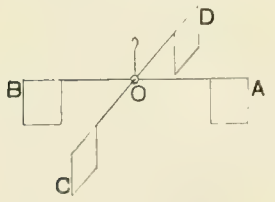


Fig. 16

Poichè i fenomeni di rotazione descritti si producono, mentre il corpo mobile è immerso in un gas ionizzato esposto all'azione d'un campo magnetico, credo conveniente la denominazione di *rotazioni iono-magnetiche* per i fenomeni stessi.

14. Esperienze di verificazione.

Alcune conseguenze facili a dedursi dalla spiegazione data trovano fedele riscontro nei fatti.

Così un mulinello come quello della fig. 16, in cui la quattro alette A, B, C, D, possono scorrere su due fili rigidi disposti in croce sotto l'uncino di sospensione O, ha presentato un comportamento, quale la teoria faceva prevedere. Infatti, mentre tale mulinello deve assumere come quello della fig. 14 un moto di rotazione sotto l'azione del campo, dato che le alette siano collocate presso O, la rotazione deve accadere con crescente lentezza, se esse sono allontanate dall'asse di rotazione, e spinte sino alle posizioni indicate nella figura. Infatti, quando siano in tal modo disposte, esse più non esercitano il loro ufficio di ripararsi a vicenda contro gli urti di una parte dei ioni o degli elettroni. Orbene, l'esperienza dà piena conferma di simile previsione.

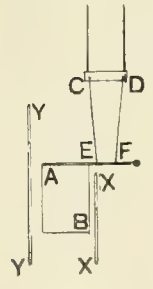


Fig. 17.

In un'altra esperienza di verificazione ho fatto uso d'una semplice laminetta piana di mica AB (fig. 17) fissata ad un'asticella orizzontale $A\ E\ F$ portata da una sospensione bifilare, costituita dai fili CE, DF. Quando a poca distanza e al disopra di essa scoccano le scintille, e poi si crea il campo magnetico diretto verticalmente, si osserva spesso un moto di rotazione, contrariamente a ciò che fa prevedere la teoria, secondo la quale si dovrebbe avere compenso perfetto fra gli urti subiti dalle due

faccie. In realtà l'anomalia è dovuta alla circostanza, che l'emissione di ioni avviene sopratutto dalle regioni attigue agli elettrodi. Ma se una lastra piana verticale viene collocata in XX perpendicolarmente al piano della laminetta mobile, essa fa l'ufficio di riparare da un lato quest'ultima dagli urti, e subito si manifesta uno spostamento angolare nel senso previsto dalla teoria. Se poi invece che in XX, la lastra fissa è collocata in YY, lo spostamento della laminetta sospesa avviene in senso inverso, come si poteva prevedere.

Alcune delle esperienze descritte più avanti si possono considerare esse pure come esperienze di verificazione della teoria.

15. Rotazione di corpi di svariate forme.

Si ottengono le rotazioni ionomagnetiche con corpi sospesi aventi forme differentissime. Se ne può rendere conto in modo abbastanza semplice mediante le considerazioni seguenti.

Servendoci nuovamente della fig. 15 supponiamo che non esista l'aletta OC, e che i ioni possano urtare la faccia superiore ma non quella inferiore della lamina piana AB.

Considerando gli urti che si verificano nel punto E e combinando quelli che si compiono in modo simmetrico rispetto alla normale PE, si riconosce subito, che, quando non esista il campo magnetico l'effetto risultante è equivalente a quello d'un urto unico diretto secondo PE. Infatti le quantità di moto delle particelle che arrivano secondo ME ed M_1E hanno una risultante secondo PE, ed altrettanto può dirsi per tutte le coppie di punti analoghe alla coppia M, M_1. Se il campo agisce, l'effetto risultante di tutti gli urti risulta invece diretto obbliquamente.

Infatti, considerando dapprima la coppia di punti M ed M_1, subito si scorge, che gli urti degli elettroni provenienti da essi hanno luogo secondo NE, N_1E, con una risultante che fa con PE e alla destra di PE un angolo $\alpha - \alpha_0$. Lo stesso accade (salvo il valore di detto angolo) per tutte le coppie di punti analoghe, anche se giacenti in piani paralleli a quello della figura, poichè in tal caso si deve tener conto naturalmente delle sole componenti delle velocità parallele ai detti piani. Nell'ipotesi ammessa costruendo la figura, e cioè che il campo sia dovuto ad una corrente diretta come la freccia F e che si tratti di elettroni, l'effetto complessivo degli urti sarà uguale a quello di un urto unico avente una direzione compresa nell'angolo PEB, e giacente nel piano della figura.

Ciò evidentemente si verifica per una lastra piana qualunque AB, anche se non è perpendicolare al piano della figura, come pure per un elemento di superficie qualunque, dato che non vi siano corpi vicini o sporgenze che impediscano in parte il bombardamento sull'elemento di superficie considerato.

A rigore vi saranno a sinistra del punto E dei punti, da cui possono pervenire ad E delle particelle quando v'è il campo e non quando il campo non esiste. Inver-

samente accadrà a destra. Ma queste circostanze non possono che influire qualche poco sul valore della risultante degli urti, senza modificare la conclusione principale.

In base a ciò è agevole comprendere come avvengano le rotazioni di corpi sospesi, che non abbiano la forma di mulinelli.

Si consideri per esempio un solido in forma di prisma o di parallelepipedo, come *a* fig. 18, sospeso ad un filo al posto del solito mulinello entro l'apparecchio fig. 6 (oppure fig. 23). Le quattro faccie verticali riceveranno gli urti coll'obbliquità in senso concorde, quando esiste un campo diretto parallelamente all'asse di rotazione, in modo da aversi la rotazione in un senso, che è opposto a quello della freccia *F* della fig. 15, se si tratta di particelle negative.

É chiaro infatti, che scomponendo l'impulso totale secondo la normale e secondo una parallela a ciascuna faccia del corpo, mentre le componenti normali su faccie opposte si elidono nel loro effetto, le componenti parallele cospirano a produrre la rotazione. Altrettanto avverrà nel caso di un corpo cilindrico, come *b* e *c* fig. 18, oppure sferico come *d* o d'altra forma di rivoluzione, in quanto che l'obbliquità prodotta dal campo sulla direzione dell'urto o impulso risultante si verifica anche per elementi di superficie che non siano paralleli all'asse di rotazione.

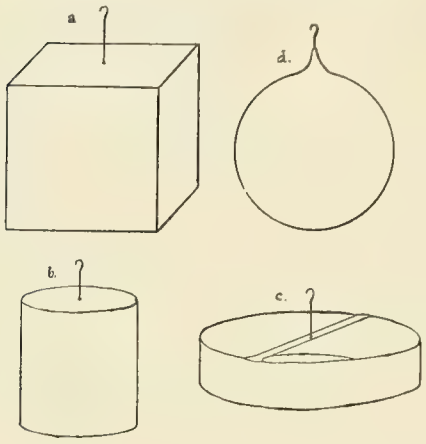


Fig. 18.

Si potrebbe pensare, che le componenti parallele alla superficie del corpo sospeso non debbano avere effetto. E ciò deve ritenersi evidente qualora si considerino le superficie dei corpi reali come superfici matematiche. Ma nasce qui quella stessa delicata questione, che si dovette affrontare a proposito di certe esperienze relative alla pressione della luce. Per eliminare l'effetto radiometrico, che complica quelle esperienze, si pensò fra altro di fissare delle laminette affumicate perpendicolarmente ad una asticella orizzontale sospesa ad un filo di torsione, per fare poi cadere le radiazioni obbliquamente su di esse. Orbene Hull verificò sperimentalmente (1), che l'effetto radiometrico si manifesta ancora, perchè in confronto delle dimensioni delle molecole gassose le superfici delle laminette non possono più considerarsi come piani geometrici, ma invece come superfici scabre e rugose, che ricevono urti anche da molecole gassose che si muovano parallelamente a ciò che appare come loro superficie.

Analogamente accadrà per gli urti prodotti dalle particelle elettrizzate contro la superficie del corpo sospeso, e perciò non sarà lecito trascurare le componenti delle velocità prese parallelamente alla superficie, le quali anzi avranno pieno effetto.

---

(1) Phys. Rev., v. XX, p. 298.

D'altronde si conoscono già delle esperienze, nelle quali appare manifesta l'azione delle componenti di velocità parallele alla superficie urtata. È noto infatti, che si ottiene la rotazione di un disco di mica, facendolo colpire da raggi catodici in una regione periferica d'una sua faccia con tale direzione, che vi sia una componente di velocità parallela al disco; e si ottiene in circostanze analoghe la rotazione d'un disco mobile intorno al proprio asse, collocato entro un radiometro a poca distanza dal mulinello immobilizzato.

Per comprendere poi come si abbiano le rotazioni anche con corpi sospesi di forme irregolari, la cui superficie supporremo però senza parti rientranti, si può ragionare come segue.

Sia (fig. 19) O la traccia sul piano di figura, sempre perpendicolare al campo, dell'asse di rotazione, parallelo al campo stesso, $M\,M'$ una porzione della superficie del corpo mobile. Quando non esiste campo magnetico l'effetto risultante degli urti sopra un elemento M di superficie (che non è necessario supporre perpendicolare al piano di figura) è una forza diretta secondo la normale, che si proietta in HM, ed ha rispetto all'asse un momento proporzionale ad $OA = OM$ sen ω, dicendo ω l'angolo AMO. Creato il campo, la detta forza assume la direzione KM, ed il suo momento è proporzionale ad $OB = OM$ sen $(\omega + \alpha)$, dicendo α l'angolo HMK. Nel caso dell'elemento M e mentre non v'è campo la forza diretta secondo $H\,M$ tende a far girare il corpo in senso contrario della freccia: col campo si ha ugual senso di rotazione ma maggior momento. Per un altro elemento, come M', potrà accadere, che il momento della forza diretta secondo $H'M'$ senza campo e con momento proporzionale ad OA' tenda a produrre una rotazione nel senso della freccia; ma in tal caso quando v'è il campo e la forza rappresentante l'effetto degli urti sull'elemento M' assume la direzione $K'M'$, il momento è minore, perchè proporzionale ad OB' che è minore di OA'. L'effetto del campo è dunque nello stesso senso che nel caso dell'elemento M.

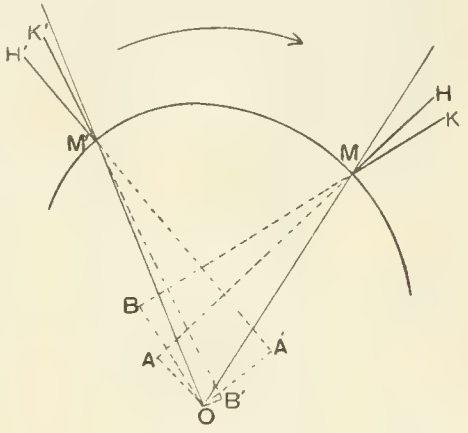


Fig 19.

E poichè senza campo il corpo sospeso non gira, gli effetti prodotti dal magnetismo sugli urti che avvengono in tutti gli elementi della superficie del corpo cooperano a determinarne la rotazione.

Si esclude, come ho detto, che la superficie del corpo abbia parti rientranti, ed anche che essa passi per l'asse di rotazione, perchè in questi casi il ragionamento cade in difetto.

16. Verificazioni sperimentali della precedente teoria.

Senza la minima difficoltà le esperienze verificarono di tutto punto le spiegazioni esposte nel precedente paragrafo. Corpi di varie forme, diverse anche da quelle rappre-

sentate nella fig. 18, diedero l'effetto previsto, allorchè furono sospesi in prossimità delle scintille o in esse immersi. Naturalmente occorre che i corpi sospesi siano di massa piccolissima. Ho adoperato di preferenza dei parallelepipedi *a*, dei cilindri o anelli cilindrici come *b* e *c* formati con carta velina, oppure con lastrine d'alluminio non più grosse di $^1/_{50}$ di millimetro, e infine delle sferette esilissime di vetro come *d*.

Queste ultime quando avevano circa 15 mm. di diametro pesavano $^1/_5$ di grammo, un cilindro d'alluminio alto 20 mm. e di circa 15 mm. di diametro pesava $^1/_8$ di grammo, mentre fatto con carta pesava $^1/_{13}$ di grammo.

Con questi leggerissimi corpi sospesi le rotazioni possono divenire molto rapide. L'inversione di esse all'inversione del campo è assai pronta. Naturalmente con corpi sospesi di maggiore inerzia, nell'atto in cui il campo venga invertito, la rotazione comincia col rallentare, e solo dopo un certo tempo si vede il corpo arrestarsi un istante e poi assumere la rotazione opposta. Non bisogna poi dimenticare, che la rotazione rallenta e poi cessa anche a campo costante, in causa della crescente torsione del filo di sospensione. Se invece di sospendere il corpo lo si mette in billico sopra una punta, come l'ago d'una bussola, quell'arresto non avviene; ma in generale in causa dell'attrito occorre impiegare scariche e campi assai intensi, perchè le rotazioni abbiano luogo.

La sostanza da cui è formato il corpo sospeso ha qualche importanza. Se esso è formato con carta, è bene che questa sia verniciata, onde nell'aria rarefatta non emetta vapore d'acqua e si accartocci. Se il corpo è isolante, esso può elettrizzarsi in qualche sua parte, specialmente se è immerso nelle scintille, ed allora assume moti irregolari dovuti a forze elettriche. Lo stesso accade se, pur essendo conduttore, esso ha forma non di rivoluzione, perchè può mostrare tendenza ad orientarsi nel campo elettrico che esiste durante la produzione delle scintille. Per certe esperienze, che si descriveranno più avanti, onde evitare simili inconvenienti ho dovuto far uso, o di cilindri d'alluminio di forma regolarissima, o di sferette di vetro esternamente argentate.

Per rendere meglio apparenti le rotazioni ho l'uso di dipingere a righe colorate la superficie dei corpi giranti. Per esempio i cilindri presentano striscie d'aspetto alternato e dirette secondo le generatrici.

Una notevole verificazione della spiegazione data si ha nella seguente esperienza. In un tubo della forma consueta in queste ricerche, formato di due parti *AB*, *CD* (fig. 20 a circa $^1/_3$ del vero), le cui estremità coniche e smerigliate chiudono a buona tenuta, è sospeso un grande cilindro *TUWV* leggerissimo e aperto al disotto, in modo che gli elettrodi *E* ed *F*, fra i quali si formeranno poi le scintille della lunghezza di circa 5 centimetri e quasi verticali, penetrino colle loro estremità entro il cilindro stesso. Questo può sollevarsi più o meno mercè la solita disposizione *PQ*. Quando si eccita il rocchetto *R* il cilindro assume un moto di rotazione, e questa s'inverte invertendo la corrente.

Ora, se si considerano nella figura 15 gli urti, che sotto l'azione del campo hanno luogo sulla faccia inferiore di *AB*, si vede subito, che essi tendono a spostare *AB* in senso opposto a quello dello spostamento che tendono a produrre gli urti, considerati precedentemente, sulla faccia superiore. Lo stesso avviene per ogni elemento piano del cilindro

preso in considerazione più sopra, di guisa che, se questo invece che esternamente riceve internamente gli urti degli elettroni o dei ioni, esso deve assumere, a parità delle altre circostanze, una rotazione di senso contrario a quello della rotazione che si produce colla disposizione finora adottata.

Questa previsione risulta verificata. Infatti, mentre con un cilindro sospeso al disotto della scintilla anche se è a questa assai vicino si ha quasi sempre, e specialmente se la pressione dell'aria non è assai piccola, una rotazione negativa, colla disposizione della fig. 20 ho ottenuto sempre una rotazione positiva, cioè nel senso della corrente che circola nel rocchetto R generatore del campo magnetico.

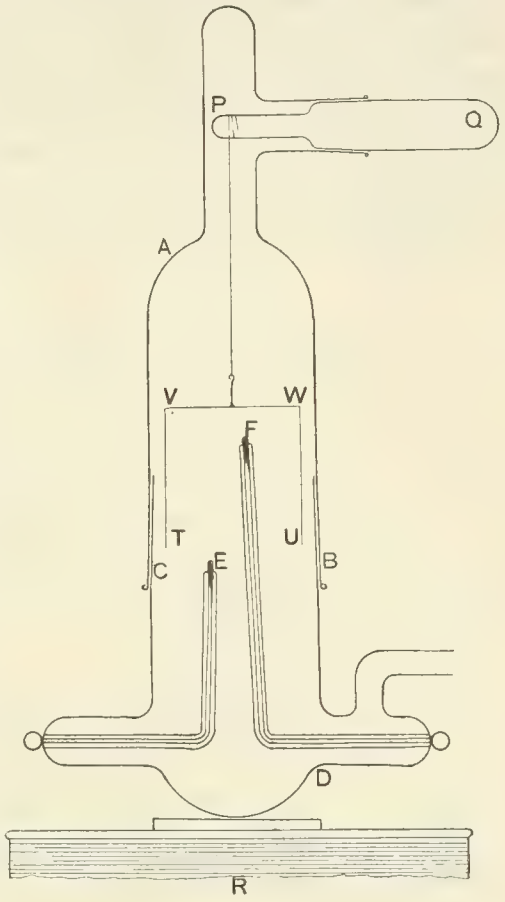


Fig. 20.

Per alcune delle esperienze descritte più avanti non è lecito però applicare senza speciali riguardi la precedente teoria a rendere conto d'ogni loro particolarità. Infatti, nelle precedenti considerazioni si è dovuto partire dall'ipotesi, che in ogni regione del gas le particelle elettrizzate, che si muovono fra le molecole, siano egualmente abbondanti e seguano indifferentemente ogni direzione di moto, senza che vi siano direzioni privilegiate o preferite. Invece, quando la ionizzazione del gas è quella prodotta dalle scintille, esistono notevoli differenze fra regione e regione del gas, non solo in quanto al numero dei ioni o degli elettroni presenti, ma anche in quanto alle direzioni secondo cui prevalentemente si muovono le particelle elettrizzate. Ciò risultò particolarmente dalle esperienze descritte nella Parte Prima. Ora è chiaro, che per dare spiegazione d'ogni particolarità dei fenomeni di rotazione ionomagnetica sarebbe necessario conoscere con precisione come sono distribuite, almeno nella regione circondante il corpo girevole, le particelle elettrizzate sia in riguardo al numero di esse per ciascuno dei due segni, sia in riguardo alle grandezze e direzioni delle loro velocità; e tali nozioni non si posseggono che in pochi casi e in modo incompleto.

17. Rotazioni e varie distanze della scintilla.

Un fatto, che dapprincipio m'imbarazzò alquanto, ma che poi riconobbi perfettamente consentaneo all'imaginata teoria, fu da me constatato, non appena mi accinsi a studiare da vicino le rotazioni prodotte dal campo magnetico. Dopo aver visto le rotazioni positive del mulinello (tipo fig. 14) sospeso fra gli elettrodi C e D (fig. 6) d'uno dei soliti apparecchi,

lo abbassai alquanto facendo girare il tubo *PQ*, in modo che fosse interamente fuori dalla scintilla. Il mulinello dapprima rallentò la sua rotazione (o si mise a ruotare in senso opposto a prima se la torsione del filo di sospensione già lo aveva arrestato), e poscia finì coll' assumere una rotazione considerevole in senso inverso a quello iniziale. Invertendo la corrente si riproduceva la rotazione nel senso primitivo, ed in conclusione si raggiungeva una perfetta inversione del fenomeno; cioè si constatavano le rotazioni negative.

Secondo l' esposta spiegazione questo fatto è assai semplice. Entro la scintilla e in prossimità di essa l'effetto dovuto ai ioni positivi predomina su quello di senso contrario che si deve agli elettroni; invece a distanza dalla scintilla è quest'ultimo effetto che prende il sopravvento sull'altro. Ciò è d'accordo con quanto indicarono le esperienze della prima parte di questa memoria; dalle quali risultò, se non il predominio delle particelle negative, almeno la minor preponderanza di quelle positive, a distanza abbastanza grande dalla scintilla.

Se invece di far scendere il mulinello sotto la scintilla, lo si solleva, tanto che finisca col trovarsi al disopra della regione luminosa, si osservano effetti analoghi, con questa differenza però, che il campo magnetico nel luogo occupato dal mulinello essendo a parità di corrente eccitatrice meno intenso di prima, le rotazioni sono un poco meno veloci. Non vi ha dubbio che tale differenza sparirebbe, se invece di creare il campo con un unico rocchetto posto sotto l'apparecchio, se ne adoperassero due assai grandi e a larghi poli posti uno sopra e l'altro sotto, in modo da determinare un campo sensibilmente uniforme.

È superfluo quasi l'aggiungere, che in queste, come in tutte le esperienze che andrò descrivendo, non si ha nessun cambiamento sostanziale col sostituire al mulinello un corpo leggiero qualunque, per esempio uno di quelli della fig. 18, i quali anzi sono spesso, come si vedrà, da preferirsi.

Una volta collocato il corpo girevole fuori dalla scintilla in una data posizione può accadere, che il campo magnetico ecciti rotazioni positive, come quando esso si trovava immerso nella scintilla. D'altra parte può accadere, particolarmente nel caso di sfere e cilindri, che la rotazione ionomagnetica sia negativa anche quando il corpo sospeso è entro la scintilla. Sono varie le cause da cui dipende il segno di detta rotazione, ed ecco quanto ho ricavato da esperienze specialmente istituite in vista di chiarire quali siano le circostanze influenti.

18. Influenza della pressione e natura del gas.

Come si è veduto, mentre la rotazione del corpo sospeso è generalmente positiva, quando esso è immerso nella scintilla, essa diviene negativa, allorchè il corpo stesso viene sufficientemente abbassato e con ciò allontanato dalla scintilla. La distanza fra il corpo mobile e la retta *CD* (fig 6) che congiunge gli elettrodi, per la quale avviene l' inversione di segno della rotazione ionomagnetica, varia al variare della pressione e della natura del gas rarefatto.

Dalle numerose mie esperienze fatte in proposito mi risulta, che l' inversione di segno accade ad una distanza fra corpo mobile e scintilla tanto maggiore, quanto più piccola è

la pressione. Anzi quando la rarefazione è assai spinta può non essere più ottenibile la rotazione negativa.

Ne consegue che per una data posizione del corpo mobile potrà aversi rotazione negativa per certe pressioni e rotazione positiva per pressioni inferiori ad un certo valore, pel quale il corpo non si muove affatto.

Ecco come esempio una serie di risultati numerici.

Nell'apparecchio fig. 6 era sospeso un cilindretto alto 10^{mm} e di 15^{mm} di diametro, e la sua base superiore si trovava 2 centimetri al disotto della retta *CD*. Le condizioni sperimentali erano le seguenti: Capacità $C = 37\ 620$, $s = 2$.

Indico con P la pressione e con R la torsione del filo che fa equilibrio alla coppia producente la rotazione. Essa è valutata in gradi (colla precisione di circa 5°, ciò che è sufficiente nel caso attuale), ed è affetta dal segno algebrico indicante il verso della rotazione. Le prime due colonne della tabella seguente riguardano misure fatte con aria entro l'apparecchio; le altre, a cui mi riferirò più tardi, riguardano misure fatte con idrogeno

Aria		Idrogeno	
P	R	P	R
2, 4 mm.	— 10°	2, 5 mm.	— 14°
2, 1	— 110	2, 1	— 50
1, 3	— 205	1, 6	— 135
1, 2	— 120	1, 34	+ 90
0, 9	+ 170	1, 07	+ 160
0, 78	+ 175	0, 73	+ 165
0, 65	+ 180	0, 48	+ 150
0, 61	+ 180	0, 27	+ 130
0, 50	+ 170		
0, 40	+ 160		
0, 32	+ 148		
0, 18	+ 120		

Non solo si ha da questi numeri la prova del fatto, che al variare graduale della pressione la rotazione può perfino cambiare segno, ma si scorge ancora come, indipendentemente dal segno, essa divenga minore sia per pressioni molto alte, sia per pressioni

molto piccole. Si ha cioè un andamento simile a quello constatato rispetto all'intensità del bombardamento prodotto, senza campo magnetico, dalle scintille. Anche qui la prima diminuzione si dovrà attribuire alla troppo grande frequenza delle collisioni, che necessariamente devono rendere meno grande lo spazio intorno alla scintilla in cui i fenomeni studiati possono manifestarsi; la seconda diminuzione sarà invece dovuta alla riduzione del numero delle molecole gassose esistenti, e quindi anche del numero di ioni ed elettroni messi in giuoco.

Questa esistenza d'una pressione, cui corrisponde l'effetto massimo, è stata confermata da altre misure, fatte queste con sospensione bifilare e corpo mobile munito di specchietto, allo scopo di far letture con cannocchiale e scala, precisamente come per le ultime esperienze del § 7. Il corpo sospeso era un cilindro leggero di 30 mm. di diametro ed 1 cent. di altezza posto 1 centimetro al disotto delle scintille. C ed s avevano gli stessi valori come nelle esperienze precedenti; P è la pressione, D la deviazione in unità arbitraria:

P	4,4 mm.	2,4	1,95	1,53	0,78	0,34	0,13
D	38,2	74,5	80	9,11	108,1	82,9	16,2

La rotazione era qui sempre negativa.

Quanto poi all'influenza, che ha sui fenomeni la natura del gas, non ho a riferire che poche esperienze, di guisa che in questa direzione, come del resto in diverse altre, v'è materia per ricerche ulteriori.

Ebbi occasione di notare piccole variazioni negli effetti osservati, che mi parvero spiegabili soltanto colla presenza in certi casi e colla mancanza in altri casi di vapor acqueo entro l'apparecchio. Così una volta, adoperando corpi sospesi fatti con carta non verniciata, notai dopo un certo tempo, durante il quale l'anidride fosforica annessa alla pompa aveva verosimilmente assorbito il vapor acqueo emesso dalla carta e dalla colla, che la rotazione, a parità di pressione e di campo magnetico, aveva cambiato segno. Avendo allora sostituito all'aria dell'idrogeno ottenni analoghe variazioni. Come appare dalle 3ª e 4ª colonna della penultima tabella, l'inversione di segno della rotazione ionomagnetica, avviene nel caso dell'idrogeno ad un valore della pressione minore che nel caso dell'aria. Si vede infatti, che ad una pressione di 1,34 la rotazione è positiva nell'idrogeno, mentre è negativa nell'aria alla medesima pressione.

19. Altre circostanze che influiscono sul segno della rotazione.

Si è visto nel § 8, che l'emissione di ioni e d'elettroni è più abbondante dagli elettrodi, o dalle regioni ad essi attigue che dal resto delle scintille, e si è trovato ancora che per l'emissione di ioni positivi la differenza è più marcata che per l'emissione di elettroni. Ne con-

segue che, secondo ogni probabilità, il senso delle rotazioni potrà eventualmente mutare se mantenendo il corpo girevole ad una data distanza dalla retta congiungente gli elettrodi, esso è collocato o presso uno di questi o presso il mezzo della scintilla.

Ho riconosciuto che ciò realmente accade impiegando anche per tale scopo l'apparecchio della fig. 10. In R ho sospeso un cilindretto di carta alto 10 mm. e di 10 mm. di diametro, la cui base inferiore può collocarsi ad una distanza d variabile dall'asse comune BC dei due elettrodi. Intanto sotto l'apparecchio è collocato il rocchetto, col suo asse sul prolungamento del filo di sospensione. Ho misurato a diverse pressioni e per diversi valori di d la torsione del filo capace di arrestare la rotazione, ora col corpo sospeso R al disopra del mezzo della scintilla (come nella figura), ora dopo aver spostato verso sinistra il sistema $ABCDE$, sinchè al disotto del corpo mobile R capitasse l'estremità dell'elettrodo C.

Ecco i risultati di qualcuna di simili esperienze. Con E è indicato il caso in cui sotto R trovasi l'estremità di un elettrodo, con M quello in cui sotto R si trova, come nella figura, la parte mediana della scintilla.

	Pressione 0,85			Pressione 1,1	
d	E	M	d	E	M
10 mm.	— 80°	+ 300°	10 mm.	— 330°	+ 90°
15 »	— 45°	+ 170°	15 »	— 45°	— 20°
20 »	— 35°	+ 60°	20 »	— 35°	— 35°

Considerando, per esempio, le ultime esperienze nelle quali l'aria era alla pressione di 1^{mm}, 1 ed il corpo R era al disopra del mezzo della scintilla (colonna M), si scorge che, come già risultò dalle esperienze fatte coll'apparecchio fig. 6, si ha rotazione positiva vicino alla scintilla, e rotazione negativa a maggior distanza. Invece, quando il cilindretto mobile stava al disopra dell'elettrodo (colonna E) si ebbero rotazioni negative, anche quando il cilindretto medesimo era assai vicino alla scintilla. Le esperienze fatte alla pressione di $0^{m},85$ mostrano anch'esse il predominio dell'effetto prodotto dagli urti degli elettroni su quello degli urti dei ioni positivi, allorchè il cilindretto è al disopra dell'elettrodo.

Si poteva forse prevedere un risultato opposto; ma ogni previsione basata soltanto sulla prevalenza numerica delle particelle positive o delle negative non è attendibile. Nella spiegazione esposta nei § 13 e 15 si è considerato come egualmente abbondante per qualsiasi direzione il numero delle particelle elettrizzate in movimento; ma in realtà, e segnata-

mente nell'immediata vicinanza delle scintille, le particelle hanno certe prevalenti direzioni di moto, specialmente le positive, e non si può prevedere senz'altro se la loro efficacia in quanto a produrre rotazioni sia più o meno grande in causa di tal prevalenza di direzioni.

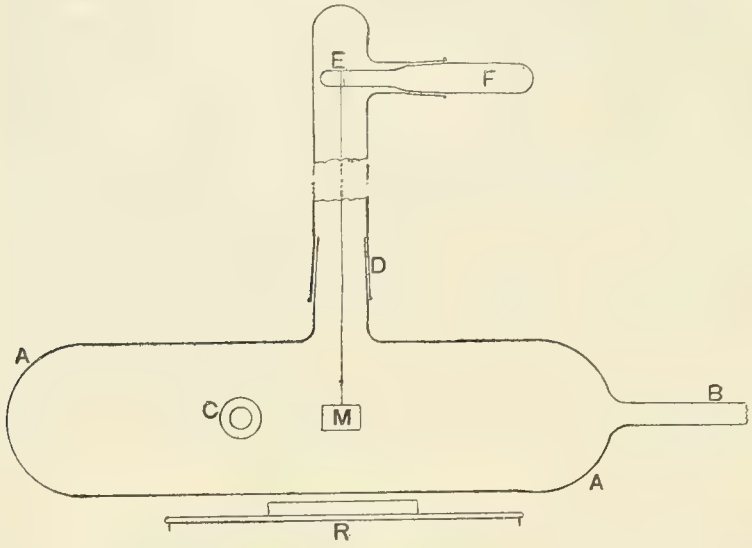


Fig. 21.

L'influenza della posizione relativa della scintilla e del corpo mobile, a parità della distanza che li separa, si manifesta altresì col porre semplicemente il detto corpo a fianco della scintilla anzichè sopra o sotto di essa, come si è supposto di fare sin qui.

Questa considerazione mi condusse alla costruzione dell'apparecchio rappresentato ad $\frac{1}{3}$ del vero nella fig. 21. Il corpo girevole *M* è sospeso nel solito modo (e cioè coll'intervento del giunto conico *EF* che permette di collocarlo a varie altezze) entro un tubo orizzontale *AA*, in cui si fa il vuoto per mezzo del cannello *B*, e che è collocato sopra il rocchetto *R*. Le scintille scoccano fra due elettrodi orizzontali analoghi a quelli segnati *B* e *C* nella fig. 4; ma siccome essi sono diretti perpendicolarmente al piano della figura, così essi appaiono nella fig. 21 in *C* visti nel senso della lunghezza.

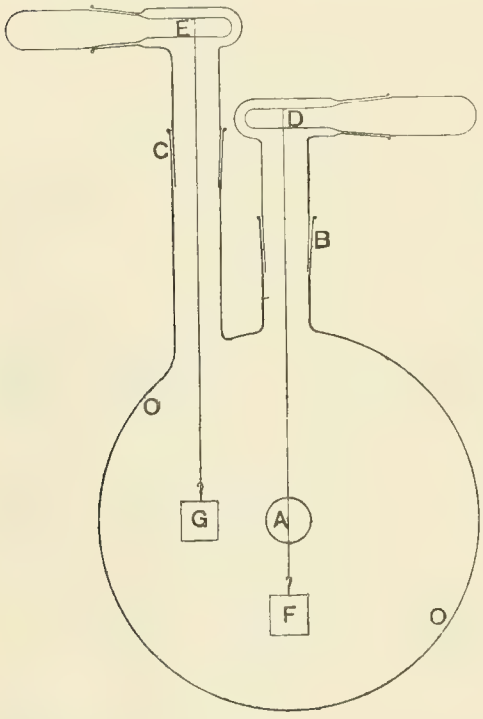


Fig. 22.

Il tubo descritto dà luogo a rotazioni negative del corpo *M* (salvo il caso di rarefazione grandissima) anche quando le condizioni dell'esperienza sono tali, che il corpo *M* assuma una rotazione positiva, collocato che sia sopra o sotto la scintilla Questo fatto mi ha sembrato abbastanza interessante, perchè costruissi un nuovo apparecchio, in cui si producessero simultaneamente le due rotazioni opposte.

Esso è rappresentato, sempre a $\frac{1}{3}$ della grandezza naturale, dalla fig. 22.

Il pallone *OO* porta due elettrodi, che in esso penetrano orizzontalmente e si proiettano nel cerchio *A*, essendo essi diretti perpendicolarmente al piano della figura.

Le scintille che scoccano fra essi sono lunghe circa 5 centimetri. In alto il pallone ha due tubi *B*, *C*, portanti le sospensioni dei due cilindri girevoli *F*, *G*, posti ad uguali distanze dalla retta congiungente gli elettrodi, ma uno *F* al disotto e l'altro *G* di fianco ad essa. Con opportuno grado di rarefazione *F* assume rotazione positiva e *G* negativa, per opera d'un rocchetto posto sotto al pallone e non rappresentato nella figura. Le rotazioni di senso opposto dei due cilindretti s'invertono entrambe quando s'inverte la corrente generatrice del campo.

È specialmente nel caso in cui il corpo mobile è alla stessa altezza della scintilla (come *M* nella fig. 21 e *G* nella fig. 22) che l'uso d'una sfera o d'un cilindro è preferibile a quello d'un parallelepipedo, o del mulinello ad alette verticali (fig. 14). Infatti, insieme alla rotazione ionomagnetica si manifesta il bombardamento diretto, in virtù del quale *M* (fig. 21) è come respinto, ed il suo filo di sospensione *EM* s'inclina visibilmente. Tale apparente ripulsione non perturba la rotazione ionomagnetica, se il corpo mobile è limitato da una superficie di rivoluzione intorno all'asse di rotazione; ma ciò più non si verifica se *M* è, per esempio, un cubetto o un mulinello. Esso è allora sospinto dal bombardamento con variabile intensità, d'onde una irregolarità e una intermittenza negli effetti ottenuti. Ciò che v'ha di meglio è far uso, o di un cilindretto di lamina d'alluminio di forma assai perfetta o di una sferetta di vetro esternamente argentata, onde evitare anche le perturbazioni dovute ad accidentali cariche superficiali.

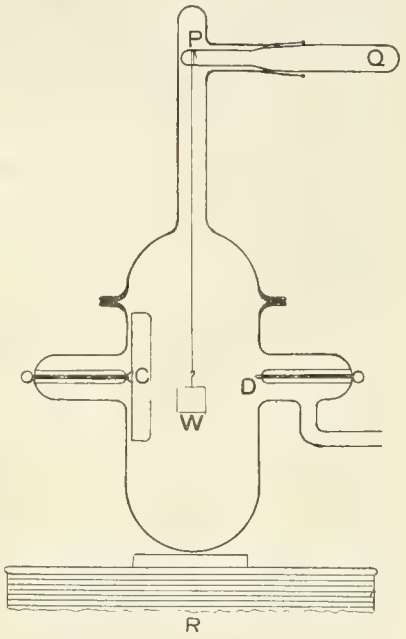


Fig. 23.

Anche la varia intensità del campo magnetico manifesta una certa influenza sul segno della rotazione ionomagnetica. Infatti ho notato più d'una volta, che una rotazione positiva d'un cilindretto sospeso al disotto della scintilla si cambiava in rotazione negativa, quando l'intensità della corrente magnetizzante si aumentava da 2 a 16 ampère, nel qual ultimo caso il campo magnetico (1500 gauss a 15 mm. della faccia polare del rocchetto) assumeva l'intensità normalmente adoperata nelle attuali ricerche. Anche questa inversione di segno delle rotazioni non deve sorprendere, se si tien conto delle considerazioni fatte più sopra.

Dirò infine d'un ultima circostanza, che influisce sul segno delle rotazioni, quella cioè di elettrodi aventi superfici molto differenti in estensione.

L'apparecchio della fig. 23 (scala $\frac{1}{4}$ del vero), formato di due parti combacianti a tenuta, e che presenta press'a poco la forma definitiva di quello fig. 6, contiene oltre al cilindretto *W* sospeso col solito sistema, gli elettrodi *C*, *D*, ed è collocato sopra il rocchetto *R* destinato a creare il campo magnetico. Esso diversifica dagli apparecchi finora adoperati in ciò, che mentre uno degli elettrodi *D* ha la solita forma, l'altro *C* è una la-

mina rettangolare di circa sei per sette centimetri, curvata in modo da adattarsi alla parete. Per comodità dell'esperienza gli elettrodi non comunicano direttamente colle armature esterne dei condensatori C, C (fig. 1), ma tali comunicazioni sono fatte coll'interposizione di un inversore. Con questa disposizione si constata, che si ottiene un'aumento nella velocità di rotazione del cilindro W, o invece una diminuzione, ogni volta che si fa agire l'inversore.

Anzi nel secondo caso si può ottenere perfino una inversione di segno della rotazione ionomagnetica. In ogni caso dunque, se si aspetta che il corpo sospeso si arresti in causa della torsione del filo di sospensione, esso si rimette in moto, spesso facendo parecchi giri o nello stesso senso o in senso opposto rispetto alla rotazione già in precedenza compiuta, allorchè si effettua l'inversione delle comunicazioni elettriche.

In che senso il fenomeno si compia, si può enunciare nel modo seguente. Se l'elettrodo C comunica coll'armatura esterna del condensatore, il quale riceve dalla macchina elettrica l'elettricità positiva, ossia se l'elettrodo C è catodo rispetto alla scarica fra C e D (fig. 23), si ha tendenza alla rotazione negativa. Naturalmente si ha opposta tendenza nel caso in cui C sia anodo.

Questo fatto può spiegarsi con facilità. Quando l'elettrodo C è positivo esso raccoglie su di sè rapidamente molti elettroni, in modo che si ha più facilmente il sopravvento delle particelle positive in quanto al determinare il segno della rotazione. Quando C è negativo si ha il risultato opposto, a quanto pare però meno pronunciato

L'esperienza descritta può essere assai perfezionata liberandola da un inconveniente, il quale consiste in ciò, che al cambiare i segni delle cariche degli elettrodi muta anche la forma e il luogo occupato dalle scintille, sicchè nasce il dubbio, che le variazioni osservate possano dipendere dalla modificata posizione relativa fra scintilla e corpo mobile. Il perfezionamento consiste in questo, e cioè nel tornare alla forma usuale degli elettrodi, facendo C (fig. 23) identico a P, e nel fasciare esternamente l'apparecchio, per esempio dagli elettrodi in giù, con una foglia metallica comunicante con C. I risultati che in tal modo si ottengono sono gli stessi già descritti, e si spiegano nella stessa maniera e cioè hanno per causa la diminuzione nel numero di quelle particelle elettrizzate (ioni o elettroni), la cui carica è di segno contrario a quello della foglia metallica, la quale infatti le attira sulle pareti e le sottrae così dalla massa gassosa.

A questa interpretazione non si oppone la circostanza dell'essere verosimilmente oscillatorie le scariche in queste esperienze. Infatti la prima fase d'ogni scarica avrà certamente un effetto preponderante.

20. Rotazioni ionomagnetiche in gas ionizzati comunque.

Dalla spiegazione data per le rotazioni ionomagnetiche risulta chiaramente, che onde abbia luogo quel fenomeno null'altro si richiede che la presenza in un gas di ioni o di elettroni e l'esistenza d'un campo magnetico. Esso deve prodursi dunque indipendentemente dalla maniera, nella quale avviene la ionizzazione del gas; e poichè non sono

poche le occasioni che si presentarono ai fisici, durante le ricerche relative all'azione del magnetismo sulle scariche, di constatare quelle rotazioni, può recare qualche sorpresa il fatto, che mai prima d'ora siano state scoperte. Ma mi sono ben presto persuaso, istituendo esperienze apposite che descriverò brevemente, che il fenomeno delle rotazioni ionomagnetiche si manifesta effettivamente in ogni caso in cui siano soddisfatte le due condizioni enunciate, ma generalmente con una così piccola intensità, da sfuggire all'attenzione di chi non ne abbia fatto lo scopo d'una indagine speciale.

E ciò si spiega agevolmente. Le rotazioni costituiscono un fenomeno differenziale, ossia la manifestazione della differenza fra opposti fenomeni, quello della rotazione positiva, che tendono a produrre i ioni positivi, e quello della rotazione negativa, che tendono a produrre gli elettroni ed i ioni negativi (se anche di questi esistono nel gas, ciò che certamente si verifica alle pressioni non piccole). Ordinariamente i due effetti opposti quasi esattamente si compensano, e solo in circostanze molto speciali uno può prevalere notevolmente sull'altro.

La ionizzazione per opera dei raggi di Röntgen è stata da me esaminata in primo luogo. L'aria esposta all'azione d'un potentissimo tubo generatore di quei raggi era rarefatta, giacchè le cognizioni acquisite dalle esperienze già fatte mostravano, che al disopra di una certa pressione le collisioni molecolari sono troppo frequenti, e perciò troppo breve il cammino libero dei ioni, che il campo trasforma da rettilineo in elicoidale, onde si manifestino le rotazioni.

Entro un pallone di vetro di circa 15 cent. di diametro posto al disopra d'un rocchetto e contenente l'aria più o meno rarefatta era sospeso un cilindretto leggerissimo di carta alto 2 cent. e con 1,5 di diametro. Delle linee nere tracciate su di esso facilitavano il rilievo dell'eventuale spostamento del cilindro, nell'istante in cui il campo veniva eccitato. Dapprima si mostrò un grave inconveniente, quello cioè della deviazione dei raggi catodici entro il tubo generatore dei raggi X prodotta dal rocchetto, in causa della quale i detti raggi catodici più non andavano a colpire l'anticatodo. Ma, non avvicinando troppo il tubo al rocchetto e mutando gradatamente la loro posizione relativa, fu possibile far sì, che i raggi catodici (in tal caso diretti approssimativamente secondo linee di forza magnetica) non fossero perturbati, od almeno che l'inconveniente si riducesse ad essere poco apprezzabile.

Sembrò dapprima che nessuna rotazione si producesse; ma quando mediante un piccolo cannocchiale a reticolo, capace di servire per oggetti lontani pochi decimetri, si mirò ad uno dei segni fatti sul cilindretto sospeso, si constatò un piccolo spostamento angolare del medesimo nell'atto di eccitare il campo, ed una rotazione in senso contrario, allorchè la direzione di questo veniva invertita. Altrettanto potei constatare osservando le rotazioni coll'ordinario metodo della riflessione dopo avere applicato al cilindro un leggerissimo specchietto.

La rotazione ionomagnetica nell'aria rarefatta ionizzata dai raggi X è dunque debolissima. Il senso della rotazione è positivo, cioè essa è dovuta ad una leggerissima preponderanza dell'effetto dovuto ai ioni positivi. Non è inverosimile, che il lieve effetto os-

servato abbia luogo solo perchè degli elettroni, più facilmente che dei ioni, possono restare attratti dalle pareti e fissarsi su di queste.

Un risultato assai simile ottenni collocando il corpo girevole in prossimità di una lastra di zinco elettrizzata negativamente sino a circa 600 volta, e illuminata da un intenso fascio di raggi ultravioletti. Il disco era posto entro un recipiente, di cui la parete fronteggiante il disco era costituita da una lastra di quarzo, per la quale entravano i raggi ultravioletti. Fra il quarzo e lo zinco si trovava una reticella metallica comunicante col suolo, e fra questa e lo zinco era sospeso il leggiero cilindro mobile. Ridotta la pressione dell'aria ed eccitato il rocchetto posto al disotto del cilindro osservai una debole rotazione positiva

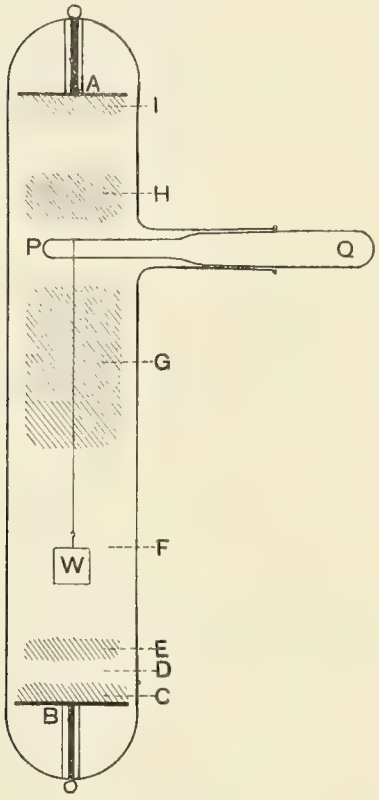


Fig. 24.

In questa occasione feci la curiosa osservazione seguente. La rotazione ionomagnetica non sempre si osservava, se prima si eccitava il campo e dopo si apriva l'adito ai raggi, mentre si aveva il risultato cercato eccitando il campo dopo aver avviata la corrente fotoelettrica. È evidentemente uno dei casi noti in cui, una volta stabilita la corrente nel gas, essa può continuare anche in condizioni, nelle quali la differenza di potenziale disponibile non basterebbe ad avviarla. Ed appunto ciò accadeva in circostanze tali, che il campo magnetico faceva aumentare il valore del potenziale necessario ad iniziare la scarica.

Per ultimo ho cercato se si ottenevano le rotazioni ionomagnetiche negli ordinari tubi di scarica, percorsi dalla corrente fornita dalla macchina senza condensatori o da una batteria di piccoli accumulatori.

Mi sono servito di tubi come quello, che a un terzo della grandezza naturale rappresenta la fig. 24, avente come elettrodi due dischi d'alluminio *A* e *B*, oppure un disco come catodo e un filo o punta come anodo. Se il tubo deve essere collocato verticalmente sul rocchetto generatore del campo magnetico, esso porta in alto una appendice laterale chiusa per mezzo di smerigliatura dal tubo girevole *PQ* su cui si avvolge il filo di sospensione pel corpo leggiero e mobilissimo *W* (mulinello, cilindro, sfera ecc.). Ma dovetti sperimentare anche col tubo posto orizzontalmente, e con uno degli elettrodi quasi sull'asse del rocchetto. In questo caso pure il tubo era munito di un ramo laterale, che però rimaneva ora verticale e coll'asse coincidente con quello del rocchetto. Esso conteneva il filo cui era sospeso il corpo girante, il quale trovavasi così a poca distanza da uno degli elettrodi.

Cominciando dall'ultima disposizione, nella quale la scarica o corrente che percorre il tubo ha una direzione perpendicolare a quella del campo, gli effetti constatati si enunciano assai semplicemente. Infatti, qualunque fosse la rarefazione dell'aria (entro i limiti

consueti), qualunque fosse il segno della carica spettante all'elettrodo vicino al corpo girante, e qualunque fosse la forma degli elettrodi, ho sempre avuto una rotazione positiva, come nei casi precedenti. Però in questo caso l'effetto è più marcato che in quello dell'aria ionizzata dai raggi X, o in quello dell'aria ionizzata dall'effetto fotoelettrico. È necessario tuttavia per constatarlo impiegare un corpo mobilissimo, per esempio un cilindretto di sottilissima carta, quand'anche l'intensità della corrente nel tubo sia, come nel caso dell'esperienza fatta colla mia macchina elettrica, di quasi mezzo milliampère. Introducendo fra uno degli elettrodi del tubo e la sorgente di corrente un intervallo a scintilla nell'atmosfera, la rotazione ionomagnetica resta in ogni caso positiva.

È soltanto con tubo di scarica verticale, come lo mostra la fig. 24, cioè con corrente di scarica parallela alla direzione del campo, che ho osservato delle rotazioni ionomagnetiche negative, purchè il corpo sospeso fosse dalla parte del catodo. Ecco, come esempio, la descrizione dettagliata d'una esperienza.

La pressione dell'aria nel tubo fig. 24 essendo di un decimo di millimetro, ed essendo *A* anodo e *B* catodo, appariva in *C* il primo strato negativo, in *D* lo spazio oscuro di Crookes, in *E* il secondo strato negativo. Al disopra di questo lo spazio oscuro di Faraday *F* occupava un'estensione di circa 10 centimetri di altezza, e al di sopra vedevasi la luce positiva divisa in tre strati ineguali (forse per la presenza del tubo *PQ*) *G*, *H*, *I*. Collocando il corpo sospeso *W* a varie altezze constatai dapprima una rotazione positiva quando era in *C* nell'immediata vicinanza del catodo *B*. Portandolo più in alto la rotazione positiva divenne più debole, finì coll'annullarsi e divenire negativa entro il secondo strato catodico *E*, come pure nello spazio oscuro *F*. Anzi la rotazione crebbe d'intensità lasciando lo strato *E* e penetrando nello spazio oscuro; ma poscia l'effetto diminuì nuovamente, anche perchè si andava accorciando il filo di sospensione, ed andava altresì di più in più diminuendo l'intensità del campo magnetico nel luogo che il corpo girante *W* andava ad occupare.

Se la pressione nel tubo di scarica è maggiore, per esempio è di tre decimi di millimetro, i vari strati luminosi, come è noto, si addensano divenendo più sottili, e diviene difficile constatare la rotazione positiva nei luoghi vicini al catodo, mentre resta visibile la rotazione negativa. In compenso questa è più vivace, in ragione della maggiore abbondanza di molecole gassose passibili di ionizzazione. Con pressione anche maggiore, per esempio di due millimetri, cessa di manifestarsi la rotazione negativa. In tal caso anche impiegando un corpo sospeso avente l'altezza di pochi miltimetri esso si troverà in parte almeno nella colonna positiva, ove è positiva la rotazione ionomagnetica; perciò non è più possibile ottenere rotazioni negative.

Che nella colonna di luce positiva si ottengano sempre rotazioni ionomagnetiche positive si dimostra poi facilmente collo stesso apparecchio della fig. 24 invertendo le comunicazioni fra i suoi elettrodi e la sorgente di elettricità, e cioè facendo *B* anodo ed *A* catodo. In questo caso, comunque variando la pressione dell'aria, o l'altezza a cui si colloca il corpo mobile *W*, ho sempre osservato rotazioni ionomagnetiche positive.

In conclusione, il nuovo fenomeno studiato nella Seconda Parte della presente Memoria possiede tutta la generalità, che la spiegazione datane faceva prevedere. Ciò non di meno

esso si presenta il più delle volte debolissimo, e inoltre nella maggior parte dei casi la lenta rotazione del corpo mobile si compie in un senso, che rivela la prevalenza dell'effetto dovuto agli urti dei ioni positivi su quello degli urti delle particelle negative.

Solo nel caso dell'aria ionizzata dalle scariche a scintilla ho ottenuto rotazioni iono-magnetiche tali, da vedersi il corpo sospeso fare molti giri e spesso con notevole velocità angolare, per esempio quella di un giro al secondo. E, all'infuori del caso d'un tubo da scarica (fig. 24) posto nel senso del campo, solo nell'aria ionizzata dalla scintilla si osservano rotazioni negative, dovute cioè alla prevalenza dell'azione spettante agli elettroni su quella appartenente ai ioni positivi.

AZIONI CHIMICHE DELLA LUCE

VII. MEMORIA

DI

GIACOMO CIAMICIAN E PAOLO SILBER

(Letta nella Sessione del 21 Aprile 1912)

Die Sonne bringt es an den Tag.
ADALBERT VON CHAMISSO.

Nella presente Memoria esponiamo la descrizione succinta di una serie di esperienze eseguite intorno a vari processi fotochimici di cui ci siamo occupati in questi ultimi tre anni. Essa si divide in tre parti: nella prima trattiamo della idrolisi del mentone, della canfora e del fencone ed inoltre di alcuni chetoni a catena aperta, nella seconda di condensazioni aldoliche fra alcooli e chetoni, nella terza di varie reazioni fotochimiche.

I.

Idrolisi del mentone, della canfora, del fencone e di alcuni chetoni a catena aperta.

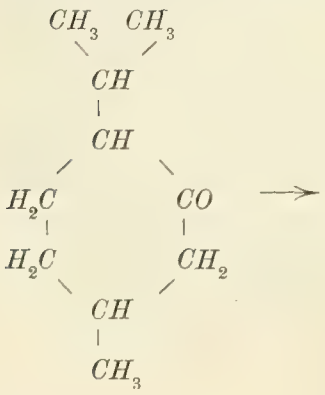
Le esperienze descritte in questo capitolo formano un seguito di quelle di cui tratta la nostra 6ª Memoria (1). Queste esperienze non ci hanno condotto a risultati completamente esaurienti, ma siccome non possiamo prevedere quando le potremo riprendere, crediamo utile pubblicarle fin d'ora.

1. Idrolisi del mentone.

Come venne dimostrato nella precedente Memoria il mentone in soluzione idroalcoolica subisce per azione della luce una doppia scissione, dando origine alla formazione di un acido decilico e di un'aldeide, che è isomera al citronellale. La costituzione di quest'ultima era però ancora incerta relativamente alla posizione del doppio

(1) Queste Memorie, serie VI, vol. 6, 1908-1909.

legame. La scissione del mentone poteva condurre ad una delle seguenti aldeidi:



$$\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} \!\!> C = CH - CH_2 - CH_2 - CH\,(CH_3) - CH_2 - CHO$$

$$\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} \!\!> CH - CH = CH - CH_2 - CH\,(CH_3) - CH_2 - CHO$$

di cui la prima avrebbe quella formola che Wallach (1) attribuisce al suo mentocitronellale. E però noi nel nostro citato lavoro abbiamo espresso la supposizione che la nostra aldeide poteva essere identica a quella di Wallach, anche per la corrispondenza del punto di fusione dei semicarbazoni 88°-89°.

Per risolvere la questione abbiamo pensato di trasformare l'aldeide nel corrispondente acido, che avrebbe potuto essere identico all'acido mentonenico di Wallach (2), col metodo indicato dell'Angeli, cioè partendo dal relativo acido idrossammico da noi già descritto. È evidente poi che per ossidazione dell'acido con permanganato prima e poi con acido cromico, si deve ottenere, se non avvengono spostamenti nella posizione del doppio legame, a seconda della formola attribuita all'aldeide, rispettivamente l'acido β-metiladipico

$$COOH \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH(CH_3) \cdot CH_2 \cdot COOH$$

oppure l'acido β-metilglutarico

$$COOH \cdot CH_2 \cdot CH(CH_3) \cdot CH_2 \cdot COOH$$

Dal suo acido mentonenico, Wallach ottenne il primo dei due citati acidi.

Siamo partiti da 4,5 gr. di acido idrossammico (p. f. 108-109°) e l'abbiamo idrolizzato per ebollizione a ricadere con acido solforico diluito al 20 %. Distillando in corrente di vapore, passa un olio, che venne raccolto mediante estrazione con etere e seccato sul cloruro di calcio. Nell'idrolisi non si forma che un piccolo residuo non volatile. L'acido così ottenuto, passò, alla pressione di 18 mm., a 142°. A quella ordinaria fra 248 e 253°; il suo punto di ebollizione è a 252-253°. Esso ha la composizione prevista corrispondente alla formola

$$C_{10}H_{18}O_2$$

---

(1) Liebigs Annalen der Chemie, vol. 296, pag. 131.

(2) Ibid. pag. 120; vedi pure l'opera dello stesso autore: Terpene und Campher, Leipzig 1909, pag. 408.

Analisi:

Sostanza 0,2012 gr.; CO_2 0,4088 gr.; H_2O 0,1962 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{10}H_{18}O_2$
C	70,21	70,57
H	10,83	10,61

L'acido mentonenico di Wallach bolle a 257-261° e però già questo dato fece nascere in noi il dubbio che i due prodotti non fossero identici. Per accertarne l'identità avremmo potuto preparare l'amide del nostro acido, per compararla con quella descritta da Wallach, che fonde a 104-105°, ma per difetto di materia dovemmo rinunciarvi.

Abbiamo preferito invece ossidare l'acido da noi ottenuto, allo scopo di cercare di determinare la posizione del doppio legame, come s'è detto avanti. L'acido dal punto d'ebollizione 252-253° (1,9 gr.) venne neutralizzato con carbonato sodico e la soluzione raffreddata con ghiaccio, trattata con una soluzione egualmente fredda di permanganato potassico all' 1 % fino che questa non veniva ulteriormente alterata. Il liquido che aveva l'odore delle aldeidi grasse, venne filtrato dagli ossidi manganici e bollito a ricadere con la quantità voluta di bicromato potassico ed acido solforico. Quando la soluzione ebbe acquistato il colore verde dei sali di cromo, si distillò in corrente di vapore acqueo. Assieme a delle gocce oleose, che vennero tolte per filtrazione su filtro bagnato, passa un liquido acquoso di odore butirrico, che venne neutralizzato con soda e concentrato. Precipitando con nitrato d'argento, si ottennero due frazioni, la di cui composizione si avvicina assai a quella del *butirrato argentico*. Il liquido rimasto indietro nella distillazione, venne estratto con etere, il prodotto, sciropposo da principio, si solidifica; purificato dal benzolo dette cristalli senza colore (0,7 gr.) che fondevano a 86°, punto di fusione questo dell'acido *β-metilglutarico* (1), di cui il detto prodotto aveva la composizione e tutte le proprietà.

Analisi:

Sostanza 0,2080 gr.; CO_2 0,3747 gr.; H_2O 0,1284 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_6H_{10}O_4$
C	49,13	49,31
H	6,86	6,85

(1) Beilstein, vol. I, pag. 675.

L'ossidazione dell'acido $C_{10}H_{18}O_2$ dette dunque gli acidi probabilmente isobutirrico e β-metilglutarico e condurrebbe però alla formola:

$$\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} \!\!> CH - CH = CH - CH_2 - CH(CH_3) - CH_2 \cdot COOH \longrightarrow$$

$$\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} \!\!> CH - COOH \; + \; COOH - CH_2 - CH(CH_3) - CH_2 - COOH$$

ac. isobutirrico — ac. β-metilglutarico

per cui la costituzione della nostra aldeide rimarrebbe determinata. Non però in modo assolutamente sicuro, perchè, come l'illustre prof. Otto Wallach, a cui questi risultati furono comunicati, ci fece giustamente osservare, la soluzione alcalina di permanganato potassico può alle volte spostare un doppio legame verso il carbossile, e di questi fatti, sebbene non molto frequenti, bisogna naturalmente tener conto (1).

Il prof. Wallach ebbe la gentilezza di dirci di voler riprendere lo studio del suo acido e così la questione potrà essere risolta.

2. Autossidazione del mentone.

Avevamo più volte osservato che il mentone esposto all'aria acquista una decisa reazione acida, anche se prima era stato accuratamente purificato. Questo fatto fece nascere in noi il desiderio di vedere se si trattasse di un processo di autossidazione sul quale la luce potesse esercitare un'azione acceleratrice. Così è di fatto: il mentone, esposto alla luce in presenza di ossigeno, si trasforma in parte in quello stesso acido chetonico che Arth e segnatamente E. Beckmann e Mehrländer (2) ottennero per ossidazione del mentolo con bicromato e acido solforico e che Baeyer e Manasse (3) ebbero in forma di ossima, trattando il mentone con nitrato d'amile ed acido cloridrico, per idrolisi del nitrosomentone da prima formatosi.

L'esperienza venne eseguita esponendo al sole il mentone in presenza d'acqua in grandi bottiglie di vetro bianco, della capacità di litri $4\,^1/_2$, ripiene d'ossigeno. In tutto vennero esposti 35 gr. di mentone con 35 gr. d'acqua, dall'11 luglio al 30 ottobre 1908. Dopo l'insolazione si notò che la pressione interna nella bottiglia era assai diminuita e che il liquido, che si trovava in fondo al recipiente, aveva acquistato una reazione fortemente acida. In una bottiglia analogamente preparata e conservata per lo stesso tempo all'oscuro, la pressione interna non s'era sensibilmente modificata e dai 15 gr. di mentone impiegato non si ebbe che circa un grammo di sale sodico.

---

(1) Vedi in proposito C. Harries, Berichte 34, pag. 2983, ed il lavoro recente di W. H. Perkin e O. Wallach, Berichte 42, pag. 145 (1909).

(2) L. Annalen der Chemie 289, pag. 371 (1896).

(3) Berichte 27, pag. 1912 (1894).

Il contenuto delle bottiglie venne anzitutto diluito con acqua, neutralizzato con carbonato sodico ed estratto con etere. Gli acidi formatisi passarono naturalmente nel liquido alcalino, che fu separato da quello etereo. La soluzione eterea, seccata con solfato sodico anidro, e liberata dal solvente, lascia indietro un olio formato in gran parte dal mentone inalterato ; esso contiene peraltro anche altre sostanze, dovute forse ad un processo di condensazione, che non abbiamo potuto studiare in modo esauriente. Queste sostanze non sono probabilmente diverse da quei prodotti che si ottengono pure accanto all'idrolisi, operando in tubi chiusi. L'olio in parte passava fra 205 e 240° (p. eb. del mentone 207-208°) ed in parte preponderante fra 213 e 240°. Nel pallone di distillazione restò indietro un olio spesso e bruno.

La soluzione acquosa alcalina, svaporata a secco, lasciò un residuo dall'aspetto del sapone del peso di gr. 36 (da 35 gr. di mentone). Ripreso con acqua e trattato con acido solforico diluito, questo residuo salino dette un olio in quantità rilevante, che venne estratto con etere e distillato in corrente di vapore acqueo. In questo modo però non passano che piccole quantità di materia acida (2 litri di distillato richiesero per la saturazione 1,9 gr. di carbonato sodico) in cui si potè riconoscere la presenza di acido formico. La quantità maggiore del prodotto, che è dunque poco volatile con vapore acqueo, resta indietro nel pallone in parte in forma di gocce oleose, in gran parte disciolta nell'acqua, da cui venne estratta con etere. Si ottenne così un olio (13,8 gr.), che alla pressione di 18 mm., passò fra 178 e 201°. Esso è colorato lievemente in giallo e resiste in soluzione alcalina al permanganato. Seguendo l'esempio di E. Beckmann e Mehrländer (1), abbiamo purificato quest'acido trasformandolo nel suo sale argentico e cristallizzando quest'ultimo dall'acqua bollente. Il sale argentico si presenta in squamette madreperlacee ed ha la composizione voluta

$$C_{10}H_{17}O_3Ag$$

Analisi:

Sostanza 0,2020 gr. ; Ag 0,0737 gr.
Sostanza 0,1864 gr. ; CO_2 0,2809 gr. ; H_2O 0,1035 gr.
In 100 parti :

	trovato	calcolato per $C_{10}H_{17}O_3Ag$
Ag	36,48	36,86
C	41,09	40,95
H	6,16	5,80

L'acido riottenuto dal sale purificato, passò a 12 mm., a 173-177° ed in massima parte a 174-175°. G. Arth trovò a 15 mm. 173-175° (2).

---

(1) L. Annalen der Chemie 289, pag. 369.
(2) Annales de Chimie et de Physique 6, vol. VII, pag. 449 (1886).

Per accertarne l'identità, ne abbiamo preparata l'ossima, che cristallizza dall'acqua in squamette dal punto di fusione 99-100° ed ha la formola

$$C_{10}H_{18}O_2 \cdot NOH = C_{10}H_{19}O_3N$$

Analisi:

Sostanza 0,1782 gr.; azoto, misurato a 10° e 757 mm., 10,5 cc.
In 100 parti:

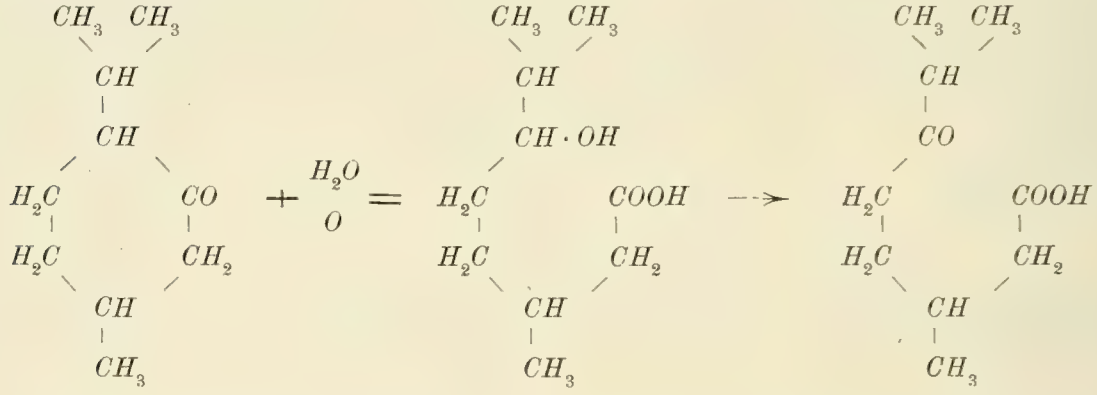
	trovato	calcolato per $C_{10}H_{19}O_3N$
N	6,99	6,97

Per questa ossima gli autori dànno punti di fusione assai diversi fra loro. Beckmann e Mehrländer trovarono 96°,5 (1), Baeyer e Manasse 98°,5 (2) e finalmente Baeyer e Oehler 103° (3).

Infine abbiamo preparato, seguendo la indicazione di Beckmann e Mehrländer, anche il sale rameico dell'acido chetonico, che forma, cristallizzato dall'etere, aghetti azzurro verdastri dalla composizione

$$(C_{10}H_{17}O_3)_2Cu.$$

L'autossidazione del mentone determina dunque l'apertura dell'anello nello stesso punto dell'idrolisi e può essere rappresentata dalle formole:



Noi crediamo che quale prodotto intermedio si formi l'ossiacido, anche perchè il nostro acido greggio dopo la distillazione non era completamente solubile nel carbonato sodico ed il residuo aveva il caratteristico odore dei lattoni. Ora è noto per le esperienze di Bayer (4) che l'ossiacido, ottenuto per riduzione dell'acido chetonico, si trasforma per distillazione nel relativo lattone.

---

(1) Loc. cit. pag. 372.
(2) Berichte 27, pag. 1912.
(3) Ibid. 29, pag. 27.
(4) Ibid. 32, pag. 3619 (1899).

Queste esperienze dimostrano come l'azione della luce sui composti organici possa condurre a risultati assai diversi, a seconda che essa avvenga in presenza o in assenza di ossigeno. Un fatto simile a quello ora descritto pel mentone lo osservammo alcuni anni or sono (1) con lo stilbene, che esposto in tubi chiusi in soluzione benzolica si polimerizza dando luogo alla formazione del distilbene, mentre esposto al sole in presenza dell'aria si autossida per dare origine ad aldeide ed acido benzoico. Una analoga assai interessante osservazione è stata recentemente pubblicata relativamente ad un idrocarburo più complesso, il difeniloctatetrene, da H. Stobbe (2), il quale assai opportunamente pone in rilievo l'influenza dell'ossigeno nelle azioni chimiche provocate dalla luce.

3. Canfora.

L'esposizione venne fatta in matracci in soluzione idroalcoolica: cioè per ogni 125 grammi di canfora, 625 cc. d'alcool e 460 d'acqua in modo d'avere una soluzione limpida e completa. La durata fu quella ordinaria, dal maggio al novembre. Dopo l'insolazione il liquido non aveva mutato nè d'aspetto, nè di reazione, che si mantenne neutra.

Il contenuto d'ogni matraccio venne versato in due litri di acqua gelata ed il tutto agitato energicamente: filtrando alla pompa attraverso tela, passa assieme al liquido acquoso un olio, mentre resta sul filtro la parte maggiore della canfora inalterata.

La parte oleosa, che si può raccogliere su di un filtro bagnato, contiene i prodotti della reazione, naturalmente assieme a della canfora, che rimane disciolta nell'olio. Nel liquido idroalcoolico, limpido, filtrato, rimangono quantità trascurabili di quest'ultimo; distillando si nota nelle prime porzioni la presenza di aldeide acetica.

Per cercare di separare per quanto era possibile la canfora dai suoi prodotti di trasformazione, l'olio suddetto fu distillato con vapore acqueo: la prima porzione è liquida e contiene ancora aldeide acetica, la seconda deposita canfora col raffreddamento, la terza è nuovamente oleosa e di odore alquanto diverso da quello della seconda. Dopo di aver separato per filtrazione la parte solida, tutte le tre porzioni vennero riunite in soluzione eterea; questa fu seccata con solfato sodico anidro e l'olio liberato dal solvente, sottoposto a distillazione frazionata. La parte che passò fra 200 e 214° conteneva ancora della canfora, da cui si può liberarla per filtrazione, la frazione sotto i 200° e quella fra 214 e 225° restarono liquide; si comprende però agevolmente che per questa via era impossibile liberare dalla canfora il prodotto della reazione e però noi, dopo avere separato la prima per quanto era possibile per raffreddamento e successiva filtrazione, abbiamo sempre impiegato l'olio tutto intero per le nostre ulteriori ricerche. Da 250 gr. di canfora se ne ottiene in media 45 gr.. Quest'olio contiene, accanto alla canfora inalterata, una *aldeide* ed un *chetone* non saturo della stessa formola $C_{10}H_{16}O$.

---

(1) Queste Memorie, serie IV 1° vol. (1904). III[a] Memoria.

(2) Berichte 42, pag. 565 (1906)

La presenza dell'aldeide venne accertata per mezzo della reazione di Angeli; essa si combina poi facilmente col bisolfito e questo dà il mezzo per eliminarla. Agitando l'olio con una soluzione di bisolfito al 33 % l'aldeide passa in soluzione e la parte che non si combina, che è preponderante, può essere facilmente separata mediante l'etere. Con una soluzione di bisolfito più concentrata si ottiene la separazione di squamette perlacee. La soluzione bisolfitica portata a secco, dà un residuo che in parte si scioglie nell'alcool assoluto. Con questo mezzo si ottiene una massa amorfa, deliquescente che, seccata a 100°, ha la composizione:

$$C_{10}H_{18}O_7S_2Na_2$$

Analisi:

Sostanza 0,1415 gr. seccata a 100°; Na_2SO_4 0,0538 gr.
Sostanza 0,3980 gr. seccata a 100°; Na_2SO_4 0,1616 gr.
In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_{10}H_{18}O_7S_2Na_2$
Na	12,33	13,15	12,78

cioè quella di una combinazione dell'aldeide $C_{10}H_{16}O$ con due molecole di bisolfito. Siccome verosimilmente l'aldeide si forma dalla canfora per apertura di un anello, essa sarà olefinica e quindi si comprende che possa unirsi a 2 molecole di bisolfito Per questa ragione essa non può essere riottenuta dal composto bisolfitico.

Per caratterizzare meglio questa aldeide, che, come si è detto, si forma in assai piccola quantità, abbiamo, come in altri casi, impiegato la reazione di Angeli. L'olio greggio venne trattato nel modo consueto col reattivo di Piloty (per es. 10 gr. del primo in 10 cc. d'alcool con 5 gr. dell'acido di Piloty in 25 cc. d'alcool e 6 gr. di potassa in 50 d'alcool) e il tutto versato poi nell'acqua ed estratto con etere. Tutta la parte non combinata passa in quest'ultimo, ed il liquido acquoso contiene l'acido idrossammico legato all'eccesso di potassa. Neutralizzando con acido acetico e trattando poi con acetato di rame, si ottiene il solito precipitato verde del sale rameico dell'*acido idrossammico*, il quale, reso libero per digestione con acido solforico diluito ed estratto con etere, cristallizza dal benzolo in grosse pagliette untuose, prive di colore, che fondono a 118°.

La sua composizione corrisponde alla formola

$$C_{10}H_{17}O_2N = C_9H_{15} \cdot C(OH)NOH$$

Analisi:

Sostanza 0,1582 gr.; CO_2 0,3822 gr.; H_2O 0,1404 gr.
Sostanza 0,1070 gr.; azoto misurato a 15° e 750 mm., 7,1 cc.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{10}H_{17}O_2N$
C	65,89	65,57
H	9,87	9,29
N	7,67	7,65

che conferma quella dedotta per l'aldeide dal composto bisolfitico, cioè

$$C_{10}H_{16}O.$$

Per idrolisi con acido solforico diluito, questo acido idrossammico dà contemporaneamente un lattone ed un acido della stessa composizione $C_{10}H_{16}O_2$. Noi abbiamo bollito l'acido idrossammico a ricadere con acido solforico al 10 % per 10 ore ed abbiamo distillato poi il prodotto con vapore acqueo; resta indietro poca resina. Il liquido passato, che contiene goccioline oleose, venne neutralizzato con carbonato sodico ed estratto con etere. Questo asporta il *lattone*, che, seccato in soluzione eterea con solfato sodico anidro e distillato, passò fra 262 e 266° e si solidificò in una massa cristallina. Questa fonde a 28-29° e bolle a 263°; a 13 mm. a 126°. Il lattone ha, come si è detto, la composizione

$$C_{10}H_{16}O_2$$

Analisi:

Sostanza 0,2241 gr.; CO_2 0,5833 gr.; H_2O 0,1940 gr.
Sostanza 0,1993 gr.; CO_2 0,5196 gr.; H_2O 0,1728 gr.
In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_{10}H_{16}O_2$
C	70,99	71,10	71,43
H	9,62	9,63	9,52

ed è stabile al permanganato potassico.

Dalla soluzione alcalina da cui fu estratto il lattone, si ebbe facilmente, acidificando e ritrattando con etere, l'acido. Seccato in soluzione eterea col cloruro calcico, passò a 13 mm. a 140°. Esso pure è solido, ma fonde a bassa temperatura. Ha la suindicata composizione, $C_{10}H_{16}O_2$, che venne dedotta anche dall'analisi del sale argentico, $C_{10}H_{15}O_2Ag$: in soluzione alcalina non resiste al permanganato potassico.

Analisi dell'acido:

Sostanza 0,1386 gr.; CO_2 0,3610 gr.; H_2O 0,1204 gr.
In 100 parti:

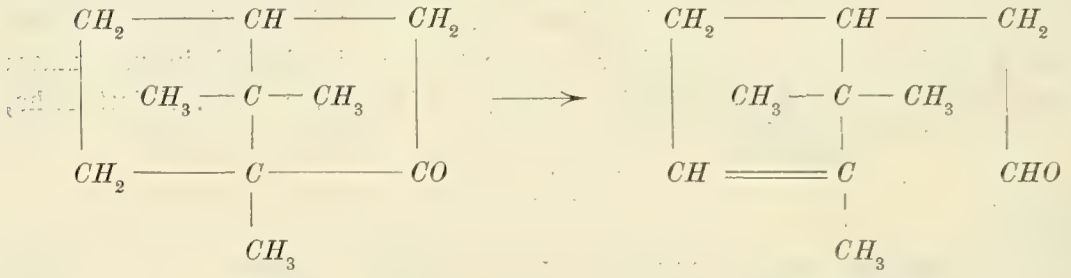
	trovato	calcolato per $C_{10}H_{16}O_2$
C	71,03	71,43
H	9,65	9,52

Analisi del sale argentico:

Sostanza 0,3926 gr.; *Ag* 0,1536 gr.
Sostanza 0,2376 gr.; *Ag* 0,0922 gr.
In 100 parti:

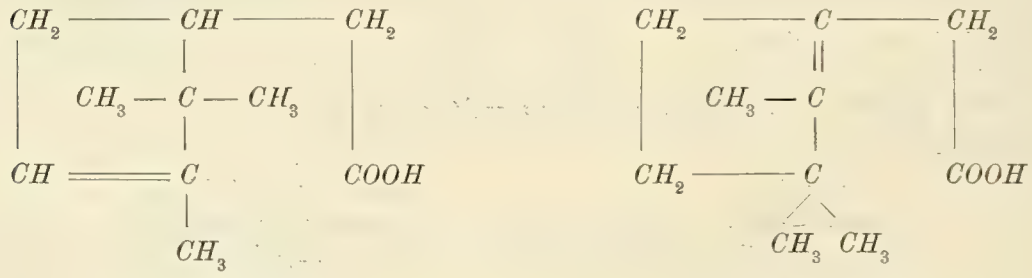
trovato		calcolato per $C_{10}H_{15}O_2Ag$
Ag 39,12	38,80	39,27

La canfora subisce dunque alla luce in piccola parte la scissione aldeidica, analogamente ad alcuni ciclochetoni del gruppo del cicloesanone; a giudicare per analogia si potrebbe supporre che l'apertura dell'anello della canfora avvenga secondo lo schema:

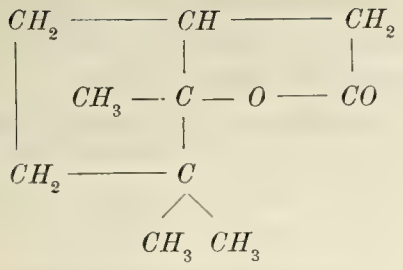


canfora — adeide canfolenica

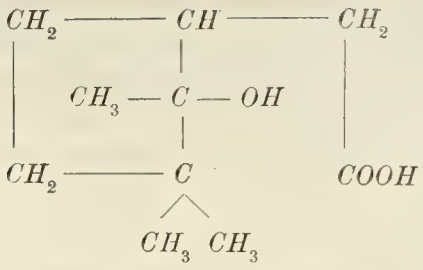
perchè noi abbiamo trovato che la scissione aldeidica si compie fra il carbonile e quell'atomo di carbonio dell'anello, che porta la catena laterale; così avviene per l'o-metilcicloesanone e per il mentone. Ora, se realmente la canfora si comporta in modo analogo, l'aldeide formatasi doveva essere l'*aldeide canfolenica* ed i composti da noi ottenuti per idrolisi dell'acido idrossammico corrispondente, dovevano essere gli acidi canfolenici ed il lattone ossidiidrocanfolenico. Come si sa, la canforossima si trasforma facilmente nel nitrile α-canfolenico, e l'acido relativo passa per trattamento con acidi minerali, in seguito ad una singolare metamorfosi, all'acido β-canfolenico ed al lattone saturo ossidiidrocanfolenico.



acido α-canfolenico — acido β-canfolenico



lattone ossidiidrocanfolenico



acido ossidiidrocanfolenico

Il lattone suindicato, preparato per ebollizione dell'acido idrossammico con acido solforico, fonde, come s'è detto, a 28-29°, mentre il punto di fusione di quello ossidiidrocanfolenico è dato dagli autori a 30°.

Noi ne abbiamo preparato un campione, seguendo le norme indicate dal Tiemann (1), ed abbiamo ottenuto un prodotto che fondeva a 32°. Mescolando i due preparati in parti uguali, si ebbe il punto di fusione del miscuglio a 30°. Per confermare ulteriormente l'identità del nostro prodotto col lattone in parola, li abbiamo trasformati entrambi, seguendo anche qui le norme del Tiemann, nel corrispondente acido ossidiidrocanfolenico ed abbiamo ottenuto lo stesso prodotto, che fondeva rispettivamente a 103-104° ed a 104°. Il Tiemann dà per quest'acido, tanto facilmente alterabile, il punto di fusione 105°.

L'acido che si forma accanto al lattone per idrolisi del composto idrossammico è evidentemente un miscuglio dei due acidi canfolenici.

Come s'è accennato più sopra, l'olio greggio che si ottiene nell'isolazione della canfora, oltre all'aldeide di cui s'è parlato ora, contiene anche un chetone della stessa formola empirica. Per separare questo composto dalla canfora, con cui trovavasi mescolato nel prodotto primitivo, ci siamo serviti con buon successo dei semicarbazoni. L'olio greggio venne anzitutto liberato dall'aldeide per agitazione con un agitatore meccanico con bisolfito sodico. Esso non resiste al permanganato. Da 250 gr. di canfora se ne ebbero, dopo il trattamento col bisolfito, 40 gr.. Ogni 40 gr. di questo olio, liberato dall'aldeide, sciolti in 150 cc. d'acido acetico glaciale, vennero trattati con una soluzione acquosa di 45 gr. di acetato sodico in 25 cc. d'acqua, a cui erano stati aggiunti 36 gr. di cloridrato di semicarbazide. Il liquido così composto, restando abbandonato a sè stesso per qualche giorno, si rapprende in una massa cristallina. Versando il tutto nell'acqua e filtrando, si separano i semicarbazoni dalla parte, piccola parte, del prodotto che non ha reagito e che resta in soluzione.

La massa cristallina è formata oltre che dal semicarbazone della canfora (p. f. 236-238°) da un altro composto suo isomero, molto più solubile nell'alcool, per cui la separazione riesce abbastanza facilmente; sciogliendo a caldo la massa nell'alcool e togliendo a più riprese per crescente concentrazione il semicarbazone fondente a 238°,

(1) Berichte, 28, pag. 2170.

si ottiene, portando a secco i filtrati, un residuo cristallino; dai 40 gr. dell'olio greggio, 18,5 gr.. Questo residuo venne purificato prima dal benzolo a caldo, da cui si separa per raffreddamento in una massa di mammelloncini bianchi che fa rapprendere la soluzione, e poi dall'alcool metilico diluito. Così ottenuto, si presenta in aghi bianchi, che fondono a 151-152° ed hanno la composizione

$$C_{11}H_{19}N_3O = C_{10}H_{16} \cdot CON_3H_3$$

Analisi:

Sostanza 0,1672 gr.; CO_2 0,3874 gr.; H_2O 0,1433 gr.
Sostanza 0,1649 gr.; CO_2 0,3816 gr.; H_2O 0,1428 gr.
Sostanza 0,1140 gr.; azoto, misurato a 9°,5 e 757 mm., 19,6 cc.

In 100 parti:

	trovato			calcolato per $C_{11}H_{19}N_3O$
C	62.92	63.11	—	63.16
H	9.48	9.62	—	9.09
N	—	—	20.45	20.09

Da questo semicarbazone non è difficile, seguendo il metodo di F. Tiemann e Schmidt (1), ottenere libero il chetone. A questo scopo abbiamo, a 2 gr. per volta, distillato con vapore acqueo il semicarbazone mescolato collo stesso peso di anidride ftalica. Passa un olio, che raccolto e seccato nel modo consueto, distillò fra 200 e 210°; il suo punto di ebollizione dovrebbe essere 203-204°. Ha la formola

$$C_{10}H_{16}O$$

Analisi:

Sostanza 0,1021 gr.; CO_2 0,2947 gr.; H_2O 0,1010 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{10}H_{16}O$
C	78,72	78,95
H	10,99	10,53

ed è però anch'esso isomero alla canfora da cui deriva, ma da cui differisce segnatamente per non resistere al permanganato. Da 19 gr. del semicarbazone fondente a 151-152° se ne ottennero 9 gr.

Per cercare di determinare la costituzione di questo chetone, che crediamo non sia stato ancora descritto, lo abbiamo ossidato prima col permanganato e poi con bicromato potassico ed acido solforico. 6 gr. del prodotto sospesi in mezzo litro d'acqua,

(1) Berichte, vol. 33, pag. 3721.

raffreddata a 0°, vennero trattati con una soluzione di permanganato potassico al 2 % fino a che persisteva la colorazione violetta. Distillando poi con vapore acqueo, passarono piccole quantità di canfora, che erano ancora contenute nel nostro prodotto. Il liquido filtrato dagli ossidi di manganese e concentrato a b. m., per portarlo a più piccolo volume (200 cc.), venne quindi bollito a ricadere con una soluzione di 30 gr. di acido solforico e 10 gr. di bicromato potassico in 100 di acqua fino a che la colorazione non s'era fatta decisamente verde. Estraendo ora con etere ripetutamente, si ottiene un residuo oleoso, che in parte si solidifica. Purificando la parte solida successivamente dall'acqua, dal benzolo e dall'etere acetico, si ebbero prismetti senza colore, che fondevano a 133-134°. La loro composizione corrisponde alla formola

$$C_{10}H_{16}O_5,$$

Analisi:

Sostanza, purificata dall'acqua, 0,1644 gr.; CO_2 0,3336 gr.; H_2O 0,1144 gr.
Sostanza, dall'etere acetico, 0,1315 gr.; CO_2 0,2666 gr.; H_2O 0,0940 gr.
In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_{10}H_{16}O_5$
C	55,34	55,29	55,55
H	7,73	7,94	7,40

che è quella d'un *acido bibasico*, quale venne confermata dall'analisi del sale argentico.

Analisi:

Sostanza 0,5496 gr.; Ag 0,2740 gr.
Sostanza 0,2210 gr.; CO_2 0,2216 gr.; H_2O 0,0728 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{10}H_{14}O_5Ag_2$
Ag	49,85	50,23
C	27,35	27,91
H	3,66	3,26

Degli acidi bibasici di questa composizione che si trovano descritti nella letteratura, due si avvicinano alquanto al nostro: l'acido isochetocanforico di F. Tiemann (1), che fonde a 129-130°,5 e l'acido β-acetiltrimetilglutarico di R. Fittig (2), che si scompone fondendo fra i 125-140°, ma per risolvere con sicurezza il problema in pa-

(1) Berichte, 29, 3024.
(2) L. Annalen, 314, 92.

rola sono necessarie ulteriori prove fatte con una quantità assai grande di materia prima (1).

4. Fencone.

Il contegno del fencone alla luce è rimarchevole, perchè sebbene il fencone venga considerato da alcuni autori come assai prossimo alla canfora per costituzione, si comporta in modo assai diverso da questa.

Si modifica intanto in proporzione molto minore della canfora e poi libera un gaz formato precipuamente da ossido di carbonio. Quale sia la sostanza che si produce in relazione con lo sviluppo di ossido di carbonio non abbiamo potuto ancora accertare con sicurezza; indipendentemente da questa reazione se ne compie un' altra, per cui si formano piccole quantità di un idrato del fencone $C_{10}H_{18}O_2$.

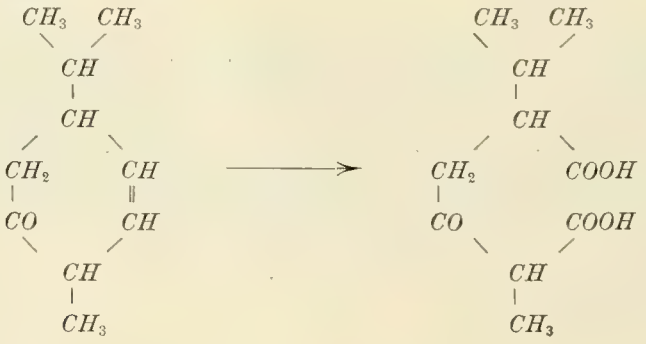
L' esposizione venne fatta in parte in matracci, in parte in lunghi tubi verticali, durante il periodo estivo autunnale, per es. dal maggio al gennaio, impiegando una miscela di 150 gr. di fencone sciolti in 450 cc. d' alcool e 300 d' acqua. Durante l' insolazione il liquido si divise in due strati ed aprendo i tubi si svolse circa un litro di gaz, proveniente dai suddetti 150 gr. di fencone.

Raccolto con le debite cure ed analizzato coi metodi consueti, questo gaz si dimostrò formato segnatamente da *ossido di carbonio*, che venne riconosciuto all' assorbimento con la soluzione ammoniacale di cloruro rameoso, allo spettro d' assorbimento della carbossiemoglobina ed alla fiamma azzurra con cui bruciava. Assieme con l' ossido di carbonio si producono piccole quantità di altra materia gassosa, che non abbiamo potuto riconoscere.

Il contenuto dei tubi, che ha debole reazione acida per tracce di acido formico, di cui in seguito non abbiamo tenuto conto, venne anzitutto agitato fortemente con circa 2 litri d' acqua e l' olio, che stenta a depositarsi dalla emulsione formatasi, venne separato in parte direttamente ed in parte raccolto su filtro bagnato. Siccome l' idrato $C_{10}H_{18}O_2$ suaccennato è solubile nell' acqua e può da questa essere asportato, così la parte oleosa fu ripetutamente lavata con acqua. Il liquido idroalcoolico, da cui venne

---

(1) Volendo azzardare un' ipotesi si potrebbe supporre che il chetone isomero della canfora, che si forma per azione della luce, e l' acido ora descritto abbiano le seguenti formole:



separato l'olio, distillato e rettificato per liberarlo possibilmente dall'alcool, dà nuove quantità del primo e tutta la parte oleosa del prodotto, ricavata nelle singole operazioni ora descritte, venne distillata con vapore acqueo. L'olio che passa assieme al vapore acqueo, è formato prevalentemente dal fencone inalterato, ma contiene inoltre un'altra sostanza di cui diremo subito. Nel liquido acquoso, che resta indietro, trovasi sospesa una resina (20 gr. da 365 gr. di fencone), ma oltre a questa esso contiene disciolto l'idrato suindicato.

Però tanto questo, come tutti gli altri liquidi acquosi ricavati nella trattazione, furono riuniti e concentrati nel vuoto ed estratti con etere. Si ottenne così una materia solida e cristallina di cui faremo parola più avanti.

La parte oleosa del prodotto, separata convenientemente dall'acqua, venne posta in un miscuglio frigorifero e lasciata lentamente gelare. Si solidifica così più facilmente il fencone puro e la materia che l'accompagna si concentra nella parte che rimane liquida. Questa distilla in parte sotto a 194°, che è il punto d'ebollizione del fencone, e passa massime fra 175° e 180°. È un liquido di odore che ricorda l'essenza di trementina, che non è stabile al permanganato, ed all'aria si autossida; trattato con acetato mercurico colla reazione di Balbiano (1) viene ossidato e si forma acetato mercuroso.

Non ci è stato però possibile finora di separare completamente questo composto di natura olefinica dal fencone con cui trovavasi ancora mescolato.

Assai agevole riuscì invece la purificazione del prodotto, solubile nell'acqua sopraricordato. L'estratto etereo si solidifica dopo qualche tempo ed il solido ottenuto (6 gr. da 365 gr. di fencone), cristallizzato dal benzolo, forma pagliette fondenti a 138-139°. Il nuovo composto ha la formola

$$C_{10}H_{18}O_2$$

Analisi:

Sostanza 0,1650 gr.; CO_2 0,4264 gr.; H_2O 0,1664 gr.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{10}H_{18}O_2$
C	70,48	70,59
H	11,20	10,59

è solubile nell'acqua, massime a caldo, e negli ordinarî solventi, non ha odore, è sublimabile e resiste al permanganato potassico. La sua natura chimica è quella di un *glicole*, perchè esso si combina con due molecole di isocianato di fenile e dà un etere dibenzoilico.

L'*etere dicarbanilico* $C_{10}H_{16}O_2(CONHC_6H_5)_2$, si ottiene scaldando la sostanza in tubo a 140-150° per alcune ore coll'isocianato di fenile. Scacciato nel vuoto a b. m. l'ec-

(1) Gazzetta Chimica, 36, I, 301.

cesso del reattivo, si purifica il residuo dal benzolo prima e poi dall'etere petrolico. Si presenta in mammelloni senza colore, che fondono a 206° con decomposizione.

Analisi:

Sostanza 0,1960 gr.; CO_2 0,5072 gr.; H_2O 0,1297 gr.
Sostanza 0,2656 gr.; azoto, misurato a 12°,5 e 756 mm., 15,7 cc.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{24}H_{28}O_4N_2$
C	70,57	70,59
H	7,35	6,86
N	6,92	6,86

L'*etere dibenzoilico*, $C_{10}H_{16}O_2(COC_6H_5)_2$, fu ottenuto scaldando il glicole con un eccesso di anidride benzoica a 150-160° per 6 ore in un palloncino a bagno d'olio. Il prodotto digerito a lungo con soda all'1 % e poi estratto con etere, dà un residuo che, purificato dall'acido acetico, si separa in cristalli fondenti a 99°.

Analisi:

Sostanza 0,1659 gr.; CO_2 0,4625 gr.; H_2O 0,1058 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{24}H_{26}O_2$
C	76,03	76,19
H	7,09	6,88

5. Contegno di alcuni chetoni superiori a catena spezzata.

Il comportamento del fencone fece nascere in noi il desiderio di conoscere quello di alcuni chetoni a catena spezzata per vedere se anche in altri casi la luce determinasse uno sviluppo di ossido di carbonio. L'esperienza dette in questo senso risultato negativo, ma ci insegnò un nuovo fatto, che meriterebbe d'essere ulteriormente studiato.

Noi abbiamo sperimentato, nelle consuete condizioni, i seguenti chetoni:

la pinacolina $\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} \!\!> C - CO - CH_3$

il metilisobutilchetone $\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} \!\!> CH - CH_2 - CO - CH_3$

l'ossido di mesitile $\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} \!\!> C = CH - CO - CH_3$

il metileptenone $\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} \!\!> C = CH - CH_2 - CH_2 - CO - CH_3$

L'esito fu il seguente: i tre ultimi restano quasi completamente inalterati: col secondo e col terzo si ebbe una lievissima reazione acida nel prodotto dell'insolazione, che mancò del tutto nel quarto. La *pinacolina* ci dette invece un risultato assai rimarchevole.

L'esposizione era stata fatta con 98 gr. di pinacolina in 100 cc. di alcool e 70 d'acqua, in tubi riempiti di anidride carbonica. Durante l'insolazione il liquido si divide in due strati e nell'aprire i tubi si svolge abbondante un gaz combustibile, che arde con fiamma intensamente luminosa. Questo gaz, raccolto ed analizzato, si dimostrò formato prevalentemente da una olefina, assorbibile dall'acido solforico fumante. Le analisi non dettero numeri sufficientemente esatti, perchè l'olefina era accompagnata da un altro gaz, forse di natura paraffinica, ma resero probabile la presenza di un *butilene*.

La parte liquida conteneva molta *aldeide acetica*, materie resinose ed era acida. La ricerca deve essere ripresa, ma da quanto risulta dalle esperienze ora accennate non sembra impossibile che la pinacolina si scinda prevalentemente secondo lo schema:

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CH_3 - C - CO - CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} CH_2 \\ \| \\ CH_3 - C \\ | \\ CH_3 \end{array} + CH_3 - CHO$$

pinacolina — butilene — aldeide acetica

che corrisponderebbe alla scissione aldeidica dei ciclochetoni.

In questa prima parte della ricerca siamo stati aiutati successivamente dai dottori Forni, Pestalozza e Vecchiotti, ai quali esprimiamo la nostra riconoscenza.

II.

Condensazioni aldoliche fra alcooli e chetoni.

In questa parte descriviamo una serie di esperienze incominciate molti anni addietro e che abbiamo ripreso più recentemente: esse trattano della reciproca azione che si impegna alla luce fra alcooli e chetoni e formano in certo modo la continuazione di quella sulla condensazione dell'alcool benzilico con il benzofenone per cui si produce il trifenilglicole di Gardeur (1).

Noi abbiamo studiato ora segnatamente il contegno degli alcooli metilico, etilico ed isopropilico con l'acetone ed a questi studi abbiamo fatto fatto seguire quello dell'etere sui chetoni di cui ci eravamo occupati fino dalla nostra prima Memoria (2).

---

(1) Vedi la nostra 3ª Memoria. Queste Memorie, serie VI, vol. 1° (1904).

(2) Queste Memorie, serie V, vol. 9° (1901).

La ricerca sulla condensazione dell'alcool metilico e dell'alcool etilico coll'acetone venne fatta nei due anni successivi 1910 e 1911 e crediamo opportuno mantenere separata la descrizione delle relative esperienze.

1. Condensazione dell'acetone con gli alcooli metilico ed etilico.

1ª Serie.

Acetone ed alcool metilico. — Il miscuglio delle due sostanze nel rapporto di una parte del primo per due del secondo, in tutto 660 cc., rimase esposto per molto tempo alla luce. Il prodotto venne anzitutto distillato a b. m. e poi con vapore acqueo. Nella prima operazione passano segnatamente le sostanze rimaste inalterate; nella seconda un miscuglio di varî corpi, che vennero spostati dalla loro soluzione acquosa con carbonato potassico: essi bollono da 80° fino a 180°. Di questi non ci siamo occupati per ora.

Quello che a noi maggiormente interessava era la parte che resta indietro nella distillazione con vapore acqueo. La soluzione rosso-bruna venne anche essa saturata con carbonato potassico ed il prodotto estratto con etere. Esso venne distillato prima a pressione ridotta a 11 mm.: la porzione principale bolliva a 85-90°, il resto fino a 110°. A pressione ordinaria la massima parte passò a 177-180° (12 gr.). Per l'analisi si raccolse il prodotto bollente a 178°. La sua composizione corrisponde alla formola

$$C_4H_{10}O_2$$

Analisi:

Sostanza 0,1476 gr.; CO_2 0,2866 gr.; H_2O 0,1500 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_4H_{10}O_2$
C	52,96	53,33
H	11,29	11,11

che è quella di un prodotto di addizione dell'alcool metilico e l'acetone. Esso è il *glicole isobutilenico*, preparato dal Nevolé (1) e studiato poi da Wagner (2), che bolle, secondo questi autori, a 176-178°.

Per accertarne la costituzione, lo abbiamo bollito, secondo la indicazione di Wagner, con acido solforico ed abbiamo ottenuto l'isobutirraldeide, la quale a sua volta venne riconosciuta trasformandola in acido isobutirrico con ossido d'argento ed analizzando il suo caratteristico sale argentico.

---

(1) Bul. de la Soc. chimique de France, 27, pag. 63 (1877).
(2) Berichte, 21, pag. 1232.

Analisi:

Sostanza 0,7848 gr.; *Ag* 0,4342 gr.

In 100 parti:

trovato	calcolato per $C_4 H_7 O_2 Ag$.
Ag. 55,32	55,28

Come si vede, la reazione che si impegna fra l'acetone e l'alcool metilico è in parte della stessa indole di quella che, parzialmente, avviene fra il benzofenone e l'alcool benzilico, da noi descritta nel 1903 e nel 1904 (1): in quest'ultimo caso si forma il trifenilglicole di Gardeur.

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CO \\ | \\ CH_3 \end{array} \quad + \quad CH_3 \cdot OH \quad = \quad \begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ C \cdot OH - CH_2 OH \\ | \\ CH_4 \end{array}$$

isobutilenglicole

Essa appartiene al tipo delle ossidazioni e riduzioni reciproche, che tanto spesso vengono favorite dalla luce ed è specialmente interessante perchè costituisce il caso più semplice e fondamentale della reazione fra alcooli e chetoni.

Acetone ed alcool etilico. — Alla luce venne esposto durante l'estate e l'autunno un miscuglio delle due sostanze fatto nel rapporto di una del primo per due del secondo: in tutto due litri. Il prodotto venne distillato a b. m. e poi col vapore acqueo. La parte così ottenuta venne saturata con carbonato potassico ed estratta con etere. Distillata alla pressione di 11 mm., passò in gran parte a 80-85° (26 gr.), il resto fra 85° e 110° (7,5 gr.). Rettificando a pressione ordinaria, si ebbe quale punto di ebollizione della parte principale 177°.

Il prodotto è un liquido dell'aspetto della glicerina ed ha la composizione corrispondente alla formola

$$C_5H_{12}O_2$$

confermata dalla determinazione crioscopica in soluzione acquosa.

Analisi:

Sostanza 0,1524 gr.; CO_2 0,3235 gr.; H_2O 0,1624.

Sostanza 0,1527 gr.; CO_2 0,3246 gr.; H_2O 0,1628

In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_4 H_{12} O_2$
C	57,83	57,98	57,69
H	11,83	11,84	11,54

(1) Queste Memorie loc. cit. e Gazzetta chimica, 34, II, pag. 132 (1904).

Determinazione crioscopica:
Soluzione acquosa

concentrazione	abbassamento	peso molecolare trovato	peso molecolare calcolato
1,71	0°,32	99	104
2,33	0°,42	103	

Anche in questo caso avviene un' addizione dell' alcool all' acetone, ma la formazione del glicol poteva farsi in due modi diversi:

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CO + CH_3 - CH_2OH \\ | \\ CH_3 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ C \cdot OH - CH \cdot OH \\ | \quad\quad | \\ CH_3 \quad\quad CH_3 \end{array} \text{ oppure } \begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ C \cdot OH - CH_2 - CH_2 \cdot OH, \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

di cui il secondo è da scartarsi.

Il nostro prodotto era certamente un miscuglio, malgrado il suo punto di ebollizione abbastanza fermo: questo era provato dal suo contegno con anidride benzoica (benzoati) e coll' isocianato di fenile. La ricerca dovette però essere ripetuta su più vasta scala. Si potè peraltro accertare che nel prodotto da noi ottenuto era presente il *glicole trimetiletilenico* del Wurtz, che corrisponde alla prima delle due formole e che bolle a 177° (1).

Per ossidazione con bicromato ed acido solforico abbiamo ottenuto acetone ed aldeide acetica; ma la prova migliore l'abbiamo avuta nel contegno coll' acido solforico diluito. Il glicol trimetiletilenico deve dare in questo modo il metilisopropilchetone:

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ C \cdot OH - CH \cdot OH - CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array} = H_2O + \begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CH - CO - CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

Bollendo il nostro prodotto con acido solforico diluito (1 a 5) e distillando ripetutamente per accumulare sulle prime porzioni la parte volatile, si ebbe per spostamento con carbonato potassico, un chetone, che doveva essere il suddetto metilisopropilchetone, perchè esso dette il semicarbazone preparato recentemente da Trasciatti (2) nel laboratorio del prof. Balbiano.

---

(1) Beilstein, I, pag. 264.
(2) Gazzetta chimica, 29, II, pag. 92.

Analisi:

Sostanza 0,1224 gr.; CO_2 0,2250 gr.; H_2O 0,1040 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_6 H_{13} O N_3$
C	50,13	50,35
H	9,44	9,09

Questo autore trovò il punto di fusione a 110°, noi a 112°, cristallizzando il prodotto dall'etere petrolico, da cui si separa in una massa bianca cristallina. Ripetendo la stessa operazione con un campione del glicole preparato secondo Wagner (1) dal trimetiletilene, abbiamo ottenuto un semicarbazone fondente del pari a 112°, che mescolato in parti uguali al nostro, mantenne lo stesso punto di fusione.

2ª Serie.

Acetone ed alcool metilico. — Queste due sostanze, per azione della luce, dànno, come s'è detto, segnatamente un prodotto di addizione, il *glicole isobutilenico* di Nevolé

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ C \cdot OH - CH_2 \cdot OH \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

ma accanto a questo si formano altri composti, che l'anno avanti avevamo trascurato. Per renderci conto dell'intero andamento della reazione abbiamo ripetuto l'esperienza, utilizzando anche i residui di quelle precedenti.

L'esposizione del miscuglio fatto nel rapporto di una parte di acetone per due di alcool metilico (400 cc.), durò un anno all'incirca: dal 9 febbraio 1910 al 20 marzo 1911. Il liquido senza colore, debolmente acido, venne distillato a b. m.. La parte volatile subì poi un ulteriore frazionamento, per cui si potè ottenere una porzione che passava intorno ai 70°. Questa fu trasformata in ioduro e si ebbe un prodotto da cui riuscimmo a separare l'*ioduro di isopropile*, dal punto di ebollizione 88-89°. Però oltre che combinarsi all'alcool metilico, l'acetone aveva subìto la riduzione ad *alcool isopropilico*. Erano dunque da ricercarsi anche le sorti dell'alcool metilico.

Il residuo della distillazione a b. m. (25,6 gr.) ha un lieve odore di aldeide formica: esso venne saturato con carbonato potassico, ed il liquido separatosi, estratto con un miscuglio di alcool ed etere. Eliminato il solvente e distillato il resto frazionatamente, prima a pressione ridotta e poi a quella ordinaria, abbiamo potuto separare

(1) Berichte, 21, pag. 1234.

dal glicole isobutilenico, che passò a 177-180°, formando la parte maggiore del prodotto, una frazione superiore bollente fra 185° e 200°. In questa frazione era contenuto il *glicole etilenico* ordinario, che ha il punto di ebollizione a 197° (1). Noi lo abbiamo riconosciuto per mezzo del suo *dibenzoato*

$$\begin{array}{l} CH_2O \cdot COC_6H_5 \\ | \\ CH_2O \cdot COC_6H_5 \end{array}$$

che fonde a 73°. L'identità venne confermata oltre che dall'analisi, dal punto di fusione dei due campioni mescolati, che rimase a 73°.

Analisi:

Sostanza 0,1560 gr.; CO_2 0,4082 gr.; H_2O 0,0758 gr.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{16}H_{14}O_4$
C	71,36	71,11
H	5,39	5,19

La formazione del glicole etilenico può, secondo il nostro avviso, essere interpretata nel senso che l'aldeide formica, prodottasi nella riduzione dell'acetone, si condensa con l'eccesso dell'alcool metilico ancora presente:

I. $CH_3 - CO - CH_3 + CH_3 \cdot OH = CH_3 - CH \cdot OH - CH_3 + CH_2O$
(acetone; alcool metilico; alcool isopropilico; aldeide formica)

II. $CH_3 \cdot OH + CH_2O = CH_2 \cdot OH - CH_2 \cdot OH$
(glicol etilenico)

Anche nella reazione fra l'alcool etilico e l'acetone abbiamo osservato un analogo fenomeno.

A queste reazioni è naturalmente da aggiungersi quella fondamentale per cui si forma il glicole isobutilenico

$$CH_3 - CO - CH_3 + CH_3 \cdot OH = (CH_3)_2 \cdot C \cdot OH - CH_2 \cdot OH$$
(glicole dimetiletilenico)

Acetone ed alcool etilico. — Con le esperienze già descritte abbiamo potuto ottenere e riconoscere fra le sostanze presenti nel miscuglio formatosi per l'azione dell'alcool etilico sull'acetone il *glicole trimetiletilenico* del Wurtz, che bolle a 177°:

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ C \cdot OH - CH \cdot OH \\ | \qquad\quad | \\ CH_3 \qquad CH_3 \end{array}$$

(1) Beilstein, 3ª ediz., vol. I, pag. 260.

ma, come abbiamo detto, era necessario ripetere lo studio della reazione per scoprirne l'intero andamento.

Alla luce venne esposta in fiaschi saldati alla lampada una soluzione di 1250 cc. di acetone in 2500 cc. d'alcool etilico, dal 22 aprile 1910 al 16 gennaio 1911. Il prodotto venne anzitutto distillato a b. m. con un apparecchio deflegmatore: incomincia a bollire a circa 60° ed il punto di ebollizione si innalza gradatamente fino a 80°. Le prime porzioni avevano un lieve colore giallo ed un odore pungente aldeidico; dopo avere cercato di concentrare questa sostanza con successivi frazionamenti nella parte più volatile, vi abbiamo fatto agire l'idrossilammina ed abbiamo ottenuto, in piccole quantità, un composto fusibile a 244° (a 236° in tubetto chiuso), identico alla diossima del *diacetile* di cui Fittig (1) trovò il punto di fusione a 234°,5.

Anche questa volta, come nella reazione con alcool metilico, era da attendersi la presenza di alcool isopropilico; siccome il suo punto di ebollizione (84°) è poco diverso da quello dell'alcool ordinario, abbiamo trattato le ultime frazioni con iodio e fosforo e così ci è stato possibile di separare *l'ioduro d'isopropile* (p. eb. 89°,5) da quello di etile (p. eb. 72°,3). La presenza dell'*alcool isopropilico* fra i prodotti della reazione era però dimostrata.

Il residuo della distillazione, liberato in fine a pressione ridotta dagli alcooli, circa 100 gr., conteneva il *glicole trimetiletilenico* descritto nella prima serie, ma assieme a questo evidentemente un altro corpo. Per tentare una separazione siamo ricorsi all'artificio di distillare il miscuglio a b. m. nel vuoto con aggiunta di acqua, che veniva di tanto in tanto rinnovata, man mano che il liquido si andava concentrando. In questo modo ottenemmo un distillato acquoso, in cui si era accumulata la parte più volatile. Spostando il prodotto mediante il carbonato potassico dalla soluzione acquosa, si ebbe un liquido oleoso, che venne frazionato a 18 mm. di pressione. Esso bolliva a 80-82°, a pressione ordinaria a 177°, ed era identico al *glicole trimetiletilenico* descritto nella prima serie.

Analisi:

Sostanza 0,1500 gr.; CO_2 0,3178 gr.; H_2O 0,1512 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_5H_{12}O_2$
C	57,78	57,69
H	11,20	11,54

Il composto così separato, non era però perfettamente puro, ma conteneva ancora dell'altra sostanza, meno volatile, che era rimasta precipuamente nel residuo della distillazione e forse ancora qualche altra piccola impurezza, che non siamo riusciti a riconoscere. La sua natura risulta però in modo evidente dal fatto che questa porzione

(1) Liebigs, Annalen der Chemie, vol. 249, pag. 204.

per riscaldamento con acido solforico dà abbondantemente il metilisopropilchetone, come venne dimostrato più sopra.

La parte rimasta indietro nel frazionamento nel vuoto con l'acqua, liquido denso colorato in bruno, venne trattata anche essa con carbonato potassico e l'olio separatosi ripreso con etere e seccato. Frazionato a 13 mm. di pressione, passò per la maggior parte a 81-83°. L'analisi dimostrò che esso era meno ricco in carbonio dell'altro prodotto, ma evidentemente ancora a questo mescolato.

Analisi:

Sostanza 0,1444 gr.; CO_2 0,2908 gr.; H_2O 0,1526 gr.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_4H_{10}O_2$	calcolato per $C_5H_{12}O_2$
C	54,92	53,33	57,69
H	11,74	11,11	11,54

Dall'esperienza fatta coll'alcool metilico appariva assai probabile che in esso fosse contenuto un glicole butilenico, $C_4H_{10}O_2$, formatosi per condensazione dell'aldeide acetica con l'alcool etilico. In questo caso, per la minore differenza nei punti di ebollizione dei due glicoli, la separazione per frazionamento era impossibile, e però abbiamo dovuto ricorrere ad un artifizio. Vogliamo confessare che questo punto della ricerca ci ha tenuto per molto tempo perplessi: in varie riprese siamo tornati su questo argomento, senza venirne a capo, ma infine le difficoltà furono superate felicemente.

Supponendo che dei due glicoli presenti nel prodotto in esame quello trimetiletilenico subisca la trasformazione pinacolinica (in metilisopropilchetone) più facilmente dell'altro, abbiamo scaldato entrambe le frazioni, quella più e quella meno volatile, con acido solforico al 10 % in tubo a 130°. Il contenuto del tubo che si separa in due strati, venne distillato fino ad eliminazione della parte oleosa, di cui diremo più avanti. Il residuo saturato esattamente con barite, dà per spostamento con carbonato potassico un nuovo liquido oleoso, più denso, solubile nell'acqua, che venne estratto con etere e seccato. Sottoposto ad accurato frazionamento a 11 mm. di pressione, bolle in massima parte a 83°; alla pressione ordinaria bolle a 180-184°.

Di questo prodotto si ebbero da 20 gr. della frazione più volatile: 4,4 gr. (accanto a 11,7 del metilisopropilchetone greggio) e da 19,2 gr. della frazione residua: 9,2 gr. (assieme a 8 gr. di metilisopropilchetone greggio).

La presenza di un composto meno volatile del glicole trimetiletilenico (p. eb. 177°) era così dimostrata; le analisi peraltro, sebbene dessero numeri che accennavano alla formola di un glicole butilenico, $C_4H_{10}O_2$, non erano sufficientemente esatte e però il prodotto non ancora sufficientemente puro.

Analisi:

Sostanza 0,1276 gr.; CO_2 0,2528 gr.; H_2O 0,1270 gr.

Sostanza 0,1952 gr.; CO_2 0,3870 gr.; H_2O 0,2000 gr.

In 100 parti :

	trovato		calcolato per $C_4H_{10}O_2$
C	54,03	54,07	53,33
H	11,06	11,38	11,11

Per accertarne la composizione e la costituzione ne abbiamo fatto i derivati benzoilici e quelli feniluretanici coll'isocianato di fenile e lo abbiamo sottoposto ad ossidazione con acqua di bromo alla luce, seguendo una indicazione del Pechmann (1). Vogliamo dire subito che già dal punto di ebollizione appariva assai probabile che nel prodotto fosse contenuto il *glicole dimetiletilenico*, perchè dei due composti, che avrebbero potuto prendere origine dall'aldeide acetica e dall'alcool etilico :

$CH_3 — CH \cdot OH — CH \cdot OH — CH_3$ (glicole dimetiletilenico) e $CH_3 — CH \cdot OH — CH_2 — CH_2 \cdot OH$ (glicole β-butilenico)

il primo bolle, come il nostro, a 183-184° ed il secondo a 203-204° (2).

Ora, ossidando come fece il Pechmann per il glicole metiletiletilenico, una parte del glicole bollente a 180-184° con acqua di bromo alla luce, si ebbe un composto volatile, giallo, dall'odore pungente, che, trattato con idrossilammina, dette la diossima del *diacetile*, dal punto di fusione 240°.

Analisi:

Sostanza 0,1308 gr. ; azoto, misurato a 18° e 759 mm., 27,6 cc.

In 100 parti :

	trovato	calcolato per $C_4H_8O_2N_2$
N	24,21	24,14

In questo modo era provata anche la presenza del glicole dimetiletilenico fra i prodotti dell'insolazione del miscuglio di acetone ed alcool etilico.

L'ossidazione avviene secondo il seguente schema :

$CH_3 — CH \cdot OH — CH \cdot OH — CH_3 \longrightarrow CH_3 — CO — CO — CH_3$
(glicole dimetiletilenico) (diacetile)

Trattando la stessa frazione 180-184° con isocianato di fenile a b. m. e cristallizzando il prodotto dal benzolo in modo sistematico, abbiamo ottenuto due composti della stessa formola, l'uno, il meno solubile, fondente a 201-202° e l'altro a 175°, in quantità pressochè uguali. Però, dato il punto di ebollizione del nostro prodotto, che passò, come si disse, fra 180° e 184°, apparisce poco probabile la presenza di entrambi i due suaccennati glicoli butilenici, ed è piuttosto da ritenere che i due feniluretani

(1) Berichte, vol. 23, pag. 2427 (1890).
(2) Beilstein, 3ª ediz., vol. I, pag. 262.

siano gli stereoisomeri racemico ed inattivo del glicol dimetiletilenico, che contiene due atomi di carbonio asimmetrici :

$$CH_3 — CH(CO_2NHC_6H_5) — CH(CO_2NHC_6H_5) — CH_3$$

Analisi del feniluretano fusibile a 202° :

Sostanza 0,1899 gr. ; CO_2 0,4580 gr. ; H_2O 0,1101 gr.
Sostanza 0,2042 gr. ; CO_2 0,4946 gr. ; H_2O 0,1166 gr.
Sostanza 0,1722 gr. ; CO_2 0,4163 gr. ; H_2O 0,1010 gr.
Sostanza 0,2082 gr. ; azoto, misurato a 13° e 761 mm., 15,3 cc.
In 100 parti :

	trovato			media	calcolato per $C_{18}H_{20}O_4N_2$
C	65,77	66,04	65,94 —	65,92	65,85
H	6,45	6,34	6,52 —	6,44	6,09
N	—	—	— 8,68	8,68	8,53

Analisi del feniluretano fusibile a 175° :

Sostanza 0,2033 gr. ; CO_2 0,4915 gr. ; H_2O 0,1130 gr.
Sostanza 0,1815 gr. ; CO_2 0,4401 gr. ; H_2O 0,1080 gr.
Sostanza 0,1351 gr. ; CO_2 0,3262 gr. ; H_2O 0,0820 gr.
Sostanza 0,2128 gr. ; azoto, misurato a 11° e 768 mm., 15,6 cc.
Sostanza 0,2080 gr. ; azoto, misurato a 13° e 761 mm., 15,3 cc.
Sostanza 0,2152 gr. ; azoto, misurato a 12° e 761 mm., 15,7 cc.
In 100 parti :

	trovato			media	calcolato per $C_{18}H_{20}O_4N_2$
C	65,94	66,13	65,85	65,97	65,85
H	6,17	6,61	6,74	6,09	6,09
N	8.83	8,68	8,66	8,73	8,53

Anche con l'anidride benzoica ed il benzoato sodico si ebbero dalla frazione bollente a 180-184° due prodotti : uno solido che si separa dall'etere petrolico in grossi cristalli dal punto di fusione 77° ed uno liquido. La composizione del primo corrisponde alla formola : $C_{18}H_{18}O_4$

$$CH_3 — CH(O \cdot COC_6H_5) — CH(O \cdot COC_6H_5) — CH_3$$

Analisi :

Sostanza 0,1810 gr. ; CO_2 0,4810 gr. ; H_2O 0,1024 gr.
Sostanza 0,1760 gr. ; CO_2 0,4692 gr. ; H_2O 0,0976 gr.
Sostanza 0,1995 gr, ; CO_2 0,5338 gr. ; H_2O 0,1196 gr.

In 100 parti:

	trovato			calcolato per $C_{18}H_{18}O_4$
C	72,47	72,71	72,77	72,48
H	6,28	6,16	6,66	6,04

Esso venne determinato cristallograficamente dal prof. Giovanni Boeris, che ci comunica quanto segue:

sistema cristallino monoclino, $a : b : c = 0{,}4170 : 1 : 0{,}3337$; $\beta = 69°,6'$

Forme osservate: $\{110\}$ $\{\bar{1}11\}$ $\{001\}$ $\{010\}$

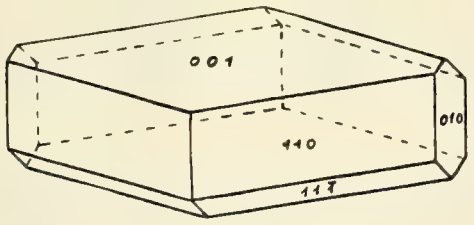


Fig. 1.

angoli	limiti		medie	calcolato	n
$(\bar{1}11) : (001)$	48°25'	— 48°48'	48°35'	*	6
$(001) : (110)$	70 19	— 70 53	70 35	*	10
$(110) : (1\bar{1}0)$	42 31	— 42 37	42 34	*	4
$(\bar{1}11) : (010)$	—	—	73 23	73°13'	1

La parte liquida da cui venne separato il composto ora descritto, venne ripetutamente frazionata alla pressione di 16 mm. e si raccolse la parte principale, che bolliva a 217-218°. L'analisi peraltro non dette buoni risultati. Il liquido, a cui venne più sopra accennato, che si ebbe accanto al glicole butilenico nel trattamento del miscuglio di questo e di quello trimetiletilenico con acido solforico diluito, avrebbe dovuto essere costituito integralmente dal metilisopropilchetone formatosi secondo il noto schema:

$$\begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ COH - CH \cdot OH = H_2O \\ | \quad\quad | \\ CH_3 \quad CH_3 \end{array} \quad + \quad \begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ CH - CO - CH_3 \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

Infatti una prova eseguita col glicole preparato secondo Wagner, scaldandolo con acido solforico al 10 % a 130° in tubo, dette *integralmente* il suddetto chetone. Con nostra meraviglia, invece, il prodotto in esame non aveva un punto di ebollizione co-

stante. La parte più volatile passava segnatamente a 93-95° (il metilisopropilchetone bolle a 93°,5 o 95°) (1), ma vi era altresì una porzione meno volatile, che distillava a 147-150°.

Per separare il composto che accompagnava il chetone, abbiamo trattato entrambe le frazioni con semicarbazide. La prima si combinò quasi integralmente, la seconda invece, rimase quasi del tutto oleosa e si potè senza difficoltà separare l'olio per distillazione con vapore acqueo. La parte combinata era costituita dal semicarbazone del metilisopropilchetone, che fonde a 112°. Dal distillato venne separato l'olio con carbonato potassico; sottoposto a distillazione, passò completamente a 149°. L'analisi condusse alla formola

$$C_9H_{18}O_2$$

Analisi:

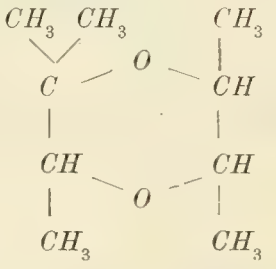
Sostanza 0,1388 gr.; CO_2 0,3480 gr.; H_2O 0,1434 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_9H_{18}O_2$
C	68,37	68,35
H	11,47	11,39

Esso non contiene nessun gruppo etossilico ed è stabile al permanganato. Non ci sembra improbabile che possa essere riguardato quale un ossido misto dei due glicoli presenti:

$$\underset{\text{glicole trimetiletilenico}}{C_5H_{12}O_2} + \underset{\text{glicole dimetiletilenico}}{C_4H_{10}O_2} = 2H_2O + C_9H_{18}O_2$$

che potrebbe avere la seguente costituzione:



Riguardo alla sua provenienza, non è da escludersi che esso si sia formato nel trattamento con acido solforico, sebbene, come si è detto sopra, il glicole trimetiletilenico da solo, si trasformi, in analoghe condizioni, integralmente nel metilisopropilchetone.

(1) Beilstein, 3ª ediz., vol. I, pag 998.

Dalle esperienze ora descritte risulta dunque che per azione della luce sul miscuglio di acetone ed alcool etilico avviene una serie di reazioni perfettamente comparabili a quelle osservate con l'alcool metilico: per addizione si forma il glicole trimetiletilenico, poi l'acetone subisce a spese dell'alcool etilico una riduzione ad alcool isopropilico; l'aldeide acetica formatasi in questa seconda reazione scompare quasi integralmente dal prodotto, perchè si condensa coll'alcool etilico rimasto inalterato per formare il glicole dimetiletilenico. In formole, questi processi potrebbero essere espressi nel seguente modo:

I. $\underset{\text{acetone}}{CH_3 — CO — CH_3} + \underset{\text{alcool etilico}}{CH_3 — CH_2 \cdot OH} = \underset{\text{glicole trimetiletilenico}}{(CH_3)_2 — C \cdot OH — CH \cdot OH — CH_3}$

II. $\underset{\text{acetone}}{CH_3 — CO — CH_3} + \underset{\text{alcool etilico}}{CH_3 — CH_2 \cdot OH} = \underset{\text{alcool isopropilico}}{CH_3 — CH \cdot OH — CH_3} + \underset{\text{aldeide acetica}}{CH_3 \cdot CHO}$

III. $\underset{\text{alcool etilico}}{CH_3 — CH_2 \cdot OH} + \underset{\text{acetaldeide}}{CH_3 — CHO} = \underset{\text{glicole dimetiletilenico}}{CH_3 — CH \cdot OH — CH \cdot OH — CH_3}.$

Malgrado il nostro accurato esame non è naturalmente da escludersi che possano essersi formati anche altri prodotti a noi sfuggiti. L'anidride $C_9H_{18}O_2$, menzionata per ultimo, non può essere per ora considerata quale sostanza derivante dall'insolazione.

Al diacetile corrisponderebbe nella reazione coll'alcool metilico il gliossale e può darsi benissimo che esso sia stato presente in piccola quantità nel prodotto da noi esaminato.

2. Condensazione dell'acetone coll'alcool isopropilico.

In contrasto con le complicate reazioni ora descritte, quella che si compie per influsso della luce su questo miscuglio è assai semplice: non si forma essenzialmente che il prodotto di addizione che, naturalmente, è il *pinacone*.

Alla insolazione dal 3 maggio 1910 al febbraio 1911 fu esposta una soluzione a parti eguali d'acetone e di alcool isopropilico, mezzo litro in tutto.

Il liquido si mantenne senza colore e divenne lievemente acido. Distillando a b. m., si eliminò anzitutto la parte non combinata; il residuo, 41 gr., venne a sua volta sottoposto a distillazione; la parte maggiore del prodotto passò fra i 170° e 180°. Essa venne, senz'altra purificazione, trattata con la quantità voluta d'acqua; i due liquidi si mescolarono con sviluppo di calore e per raffreddamento il tutto si rapprese in una massa cristallina. Questa, spremuta fra carta da filtro, fondeva a 47° ed aveva la composizione dell'*idrato di pinacone*

$$C_6H_{14}O_2 + 6H_2O$$

che ha secondo Linnemann (1) il punto di fusione a 46°,5.

(1) Beilstein, 3ª ediz., vol. I, pag. 265.

Analisi:

Sostanza 0,1922 gr.; CO_2 0,2258 gr.; H_2O 0,2010 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_6H_{14}O_2 + 6H_2O$
C	32,03	31,86
H	11,62	11,50

La reazione si era dunque compiuta in modo normale secondo lo schema:

$$\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CO \\ | \\ CH_3 \end{array} + \begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH \cdot OH \\ | \\ CH_3 \end{array} = \begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ C \cdot OH \\ | \\ CH_3 \end{array} - \begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ C \cdot OH \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

Vogliamo aggiungere che il metiletilchetone ha un comportamento diverso dall'acetone e che le relative esperienze saranno descritte in una prossima Memoria.

Il contegno dell'acetone con i tre primi alcooli della serie grassa, fece nascere in noi il desiderio di rivedere le nostre antiche esperienze sull'acetofenone e sul benzofenone, descritte nella nostra prima Memoria (1). Noi avevamo osservato allora che per azione dell'alcool etilico alla luce questo si ossida ad aldeide acetica con la simultanea riduzione dei due chetoni aromatici a pinaconi: ci sembrò ora opportuno ricercare se accanto a questi processi non avvenisse anche, in piccola parte, l'addizione dell'alcool ai due chetoni.

A questo scopo venne esposta alla luce una soluzione di 10 gr. di *benzofenone* in 25 gr. di alcool. Il benzopinacone greggio ottenuto pesava in tutto 10,1 gr. Il liquido alcoolico, da cui si era separato il pinacone, non lasciò che un lieve residuo resinoso proveniente dall'aldeide acetica formatasi nella reazione.

Il benzofenone si trasforma dunque integralmente in benzopinacone; per l'*acetofenone* non siamo riusciti ad accertare la natura del composto, fusibile fra 80° e 90°; che si ottiene accanto al pinacone.

3. Acetone ed alcool benzilico.

In questo caso non siamo riusciti ad ottenere un prodotto di addizione delle due sostanze. Sembra invece che avvenga soltanto l'ossidazione dell'alcool benzilico a spese dell'acetone, perchè si formano i due *idrobenzoini*.

$$2C_6H_5 - CH_2OH \longrightarrow C_6H_5 - CH \cdot OH - CH \cdot OH - C_6H_5$$

---

(1) Queste Memorie, Serie V, vol. 9 (1901); Gazzetta chimica 32, I, pag. 435.

La reazione corrisponde in certo modo a quella che la luce determina fra l'aldeide benzoica e l'alcool etilico, descritta nella nostra prima Memoria su questo argomento, reazione in cui si ossida l'alcool ad aldeide acetica e la benzaldeide si riduce dando gli idrobenzoini. Non abbiamo ricercato il prodotto di riduzione dell'acetone, che sarà stato forse l'alcool isopropilico.

La soluzione di 92 gr. di alcool benzilico in 185 gr. di acetone fu esposta al sole durante i mesi di estate ed autunno. Il liquido senza colore risultante, spogliato della parte volatile a b. m., venne distillato a pressione ridotta (13 mm.) ed indi anche a vapore, per liberarlo dall'alcool benzilico rimasto inalterato. Quello che passa è alcool benzilico puro, dal punto di ebollizione 204-206°.

Il residuo si rapprende in una massa cristallina, che venne seccata sull'acido solforico (31,5 gr.) ed indi estratta ripetutamente a caldo con etere petrolico. La parte maggiore resta indietro ed è formata dall'*idrobenzoino*, che purificato dall'alcool, si presentò in pagliette splendenti dal punto di fusione 137-138°. Gli autori dànno come punto di fusione di questo corpo 138° (1).

Analisi:

Sostanza 0,1721 gr.; CO_2 0,4952 gr.; H_2O 0,1066 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{14}H_{14}O_2$
C	78,47	78,50
H	6,88	6,54

La parte asportata dall'etere petrolico si dimostrò costituita dall'*isoidrobenzoino*; purificata dall'alcool e poi dal benzolo dette tavole senza colore dal punto di fusione 119-120° (2).

4. Contegno delle soluzioni eteree.

In questa parte ritorniamo, come s'è detto in principio, su vecchie esperienze pubblicate fino dal 1901 (3), che si riferiscono all'azione dell'etere sui chetoni.

Si formano coll'acetofenone e col benzofenone i relativi pinaconi, ma accanto a questi altri prodotti che allora non abbiamo potuto riconoscere. Alle ricerche sui chetoni aromatici aggiungiamo ora quella sull'acetone.

Acetone ed etere. — Il miscuglio, nella proporzione di un volume di acetone per due di etere, non cambiò di aspetto per l'insolazione, prolungata per tutto il periodo estivo-autunnale. Venne anzitutto distillato a b. m. per eliminare le sostanze inalterate (da

(1) Beilstein, II, pag. 1100.
(2) Beilstein, II, pag. 1102.
(3) Vedi la nostra prima Memoria l. c.

35° a 60°), che si mantennero stabili al permanganato. Il residuo, 270 gr., fu indi sottoposto a distillazione col vapore acqueo.

La parte volatile, separata dall'acqua (210 gr.), subì un lungo ed accurato processo di frazionamento sistematico, per cui potè essere scissa principalmente in due porzioni delle quali la prima bolliva fra 80° e 83° (50 gr.) e la più elevata fra 138° e 149° (77,6 gr.).

La frazione inferiore conteneva assai poco acetone, svelabile accanto all'alcool isopropilico con la soluzione ammoniacale di iodio in ioduro ammonico (1), per cui potè essere impiegata per la eventuale ricerca del primo. Per trattamento con iodio e fosforo rosso si ebbero da 10 gr. di questa frazione, 21 gr. di *ioduro d'isopropile*, bollente a 89-90°. Così era dimostrata la presenza dell'alcool isopropilico fra i prodotti della reazione.

La frazione superiore, raccolta fra 138° e 149°, venne a sua volta sottoposta ad una ripetuta rettificazione, ma con poco successo, perchè la parte principale del prodotto bollente fra 138° e 141° non conteneva un unico prodotto. Le numerose analisi conducono alla formola:

$$\underset{\text{acetone}}{C_3H_6O} + \underset{\text{etere}}{(C_2H_5)_2O} = \underset{\text{prodotto di addizione}}{C_7H_{16}O_2}$$

ma non sono con questa sufficientemente concordanti.

Analisi:

Sostanza 0,3036 gr.; CO_2 0,7185 gr.; H_2O 0,3344 gr.
Sostanza 0,1378 gr.; CO_2 0,3270 gr.; H_2O 0,1536 gr.
Sostanza 0,1371 gr.; CO_2 0,3235 gr.; H_2O 0,1500 gr.
Sostanza 0,1522 gr.; CO_2 0,3566 gr.; H_2O 0,1664 gr.
Sostanza 0,1432 gr.; CO_2 0,3366 gr.; H_2O 0,1560 gr.
Sostanza 0.1576 gr.; CO_2 0,3744 gr.; H_2O 0,1734 gr.
In 100 parti:

	trovato						calcolato per $C_7H_{16}O_2$
C	64,54	64,72	64,35	63,89	64,10	64,79	63,63
H	12,24	12,38	12,15	12,14	12,10	12,22	12,12

Tuttavia crediamo si possa ammettere che in questa frazione, bollente intorno ai 140°, sia contenuto un prodotto di *addizione dell'acetone* con *l'etere*, che sarebbe corrispondente a quello con l'alcool più sopra descritto. Si potrebbe anzi supporre che la sostanza in parola sia l'etere monoetilico del glicole trimetiletilenico

$$(CH_3)_2C(OH) \cdot CH(CH_3) \cdot O \cdot C_2H_5.$$

(1) P. Freer, Liebigs Annalen, vol. 278 pag. 129.

In favore di questa interpretazione parla il fatto, che scaldando il detto prodotto in tubo con acido solforico al 10 %, si ottenne il metilisopropilchetone, che venne riconosciuto per mezzo del suo semicarbazone fusibile a 112°. Non tutto il prodotto peraltro si trasforma nel chetone; rimane sempre una parte oleosa, che non si combina con la semicarbazide, ma di quest'olio non siamo riusciti a determinare la natura.

La parte del prodotto primitivo, rimasta indietro nella distillazione col vapore acqueo, venne spostata dal liquido acquoso, in cui in parte era sospesa, mediante salatura con carbonato potassico e l'olio separatosi, riunito con la frazione più elevata della precedente distillazione. Sottoposto ad un rigoroso frazionamento a 14 mm. di pressione, esso passava nel largo intervallo di temperatura fra 80° e 145°. La porzione principale venne raccolta in una successiva rettificazione a 20 mm. di pressione fra 109° e 112°. Come era da prevedersi, le analisi non dettero i numeri soddisfacenti.

Analisi:

Sostanza 0,1530 gr.; CO_2 0,3606 gr.; H_2O 0,1568 gr.
Sostanza 0,1814 gr.; CO_2 0,4294 gr.; H_2O 0,1822 gr.
In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_{11}H_{22}O_3$	calcolato per $C_{11}H_{24}O_3$
C	64,27	64,55	65,34	64,70
H	11,38	11,16	10,89	11,76

Peso molecolare:

In soluzione acetica

concentrazione	abbassamento	peso molecolare
2,63	0°,510	201,2
4,54	0°,900	196,6
6,40	1°,245	200,5

Evidentemente in questa parte del prodotto deve essere contenuto il residuo corrispondente alla riduzione dell'acetone ad alcool isopropilico per azione dell'etere, e le seguenti formole potrebbero essere prese in considerazione:

$$\text{e} \quad \begin{array}{l} C_3H_6O + 2(C_2H_5)_2O - H_2 = C_{11}H_{24}O_3 = 204 \\ C_3H_6O + 2(C_2H_5)_2O - 2H_2 = C_{11}H_{22}O_3 = 202 \end{array}$$

La questione peraltro non presentava per noi un interesse tale da meritare un ulteriore esame.

Acetofenone ed etere — Questa esperienza è la ripetizione di quella già accennata nella nostra prima Memoria. L'insolazione della soluzione di 50 gr. di acetofenone in 200 cc. d'etere assoluto durò dal 16 maggio 1910 al 21 febbraio 1911. Il

liquido, che si mantenne quasi incoloro, venne liberato dall'etere a b. m. ed indi distillato in corrente di vapore acqueo. Lentamente passa assieme all'acqua un olio, che, raccolto mediante estrazione con etere, pesava 15 gr. Per trattamento con semicarbazide si tolsero le piccole quantità di acetofenone inalterato che ancora conteneva e si sottopose il prodotto, così purificato, alla distillazione frazionata. La parte maggiore passò fra 245° e 250° e per l'analisi venne raccolta quella bollente a 247°.

L'analisi dimostrò trattarsi di un prodotto di addizione della formola:

$$C_6H_5 — CO — CH_3 + (C_2H_5)_2O = C_{12}H_{18}O_2$$

Analisi:

Sostanza 0,2170 gr.; CO_2 0,5920 gr.; H_2O 0,1888 gr.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{12}H_{18}O_2$
C	74,40	74,23
H	9,66	9,28

Siccome a differenza dell'acetone, l'acetofenone non dà per ebollizione con acido iodidrico l'ioduro di metile, abbiamo potuto determinare l'ossietile col metodo di Zeisel, che si trovò concordante con la possibile formola:

$$\begin{array}{l} C_6H_5 \\ | \\ C \cdot OH — CH \cdot O \cdot C_2H_5 \\ | \qquad\quad | \\ CH_3 \qquad CH_3 \end{array}$$

Analisi:

Sostanza 0,2168 gr.; AgI 0,2560 gr.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{10}H_{13}O \cdot OC_2H_5$
C_2H_5O	22,61	23,19

La parte rimasta indietro nella distillazione con vapore acqueo è una materia resinosa (54,7 gr.) lievemente colorata in giallo, che contiene ossietile e dalla quale non siamo riusciti a separare l'acetofenonpinacone. La resina è senza dubbio un prodotto di ulteriore condensazione; distillandola alla pressione di 14 mm. si ottiene acetofenone ed anche il pinacone assieme ad altre sostanze resinose.

Benzofenone ed etere. — Nella nostra esperienza del 1901 abbiamo ottenuto oltre al benzopinacone una materia resinosa contenente ossietile. Riprendendo ora questi studî siamo riusciti a separare anche in questo caso un prodotto di addizione analogo ai precedenti.

La soluzione esposta alla luce era composta di 50 gr. di benzofenone in 200 cc. d'etere assoluto, l'insolazione durò dal giugno al dicembre (1910).

Il liquido giallo conteneva un'abbondante cristallizzazione di benzopinacone; separato questo, venne liberato dall'etere (che conteneva aldeide acetica) a b. m. e posto nel vuoto. Ripresa con etere petrolico, la massa in parte cristallina lasciò indietro dell'altro pinacone, in tutto 23 gr.

Nell'etere petrolico resta disciolta una resina molle, poco colorata in giallo, che liberata dal solvente venne distillata con vapore acqueo. Passarono lentamente delle goccette oleose, che stando a lungo in un luogo freddo si solidificarono parzialmente. La massa semisolida, raccolta su filtro e passata su piastra porosa, fonde greggia a 49°, non si combina con la semicarbazide; cristallizzata dall'etere petrolico e poi dall'alcool metilico diluito si presenta in prismetti senza colore, che fondono a 51°.

L'analisi dimostrò trattarsi qui pure di un prodotto di addizione

$$C_6H_5 — CO — C_6H_5 + (C_2H_5)_2O = C_{17}H_{20}O_2$$

Analisi:

Sostanza 0,1360 gr.; CO_2 0,3966 gr.; H_2O 0,0968 gr.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{17}H_{20}O_2$
C	79,53	79,68
H	7,91	7,81

che potrebbe avere la seguente formola:

$$\begin{array}{l} C_6H_5 \\ | \\ C \cdot OH — CH \cdot O \cdot C_2H_5 \\ | \qquad\quad | \\ C_6H_5 \qquad CH_3 \end{array}$$

alla quale corrisponde la quantità trovata di ossietile.

Analisi:

Sostanza 0,1618 gr.; AgI 0,1472 gr.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{15}H_{15}O \cdot OC_2H_5$
C_2H_5O	17,42	17,58

È rimarchevole che il benzofenone mentre con l'alcool si riduce alla luce completamente a benzopinacone, dia per azione dell'etere, assieme a questo, un prodotto di addizione di tipo glicolico come fa l'acetone.

La parte maggiore della resina sopra ricordata rimane peraltro indietro nella distillazione con vapore acqueo e da questa non siamo riusciti ad ottenere un composto ben definito. Anche allo stato di preparato greggio essa mostra di avere (in acido acetico) un peso molecolare alquanto elevato, 373.

Peso molecolare:

In soluzione acetica

concentrazione	abbassamento	peso molecolare
2,005	0°,215	364
3,631	0°,380	373

Tutto fa supporre che essa contenga un prodotto di condensazione più complesso di quello ora descritto; la sua formazione deve essere collegata a quella del benzopinacone.

Per ultimo ci è grato ricordare l'aiuto efficace e diligente, che da prima ebbero a prestarci i dottori Ugo Pestalozza e Luigi Vecchiotti, e poi il dott. Fedro Pirani.

III.

Condensazioni varie.

Le esperienze di cui trattiamo in questa terza parte si riferiscono a varî argomenti di cui abbiamo avuto occasione di occuparci durante questi ultimi tre anni, sia rivedendo e completando vecchie ricerche ed osservazioni, sia tentando di iniziarne delle nuove.

1. Benzaldeide.

Già nella nostra terza Memoria (1) abbiamo descritto il contegno dell'aldeide benzoica alla luce e detto come per prolungata insolazione questo corpo si trasformi in una resina della stessa composizione. Più tardi Mascarelli (2) studiando il contegno della benzaldeide in presenza dell'iodilbenzolo osservò che assieme ad altri prodotti si forma un trimero cristallino $(C_7H_6O)_3$, dal punto di fusione 250°.

Noi abbiamo ripreso le nostre vecchie esperienze allo scopo di vedere se questo si formasse anche senza l'intervento di composti iodurati ed inoltre per studiare più particolarmente la resina, che è il prodotto principale della reazione. Vennero lasciati esposti alla luce 100 gr. di benzaldeide dal 19-V-1905, al 30-X-1907, cioè assai più del tempo necessario perchè la resinificazione sia quasi completa. Nel tubo la massa

(1) Queste Memorie, serie VI, vol. 1° (1904).

(2) Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, vol. 15, II, pag. 376.

rosso-bruna e trasparente era pressochè solida ed in essa si trovavano incluse alcune gocce d'acqua. Il prodotto venne trattato con etere, che a poco a poco scioglie la resina; restano indietro piccole quantità di cristalli bianchi (0,8 gr.) che vennero raccolti sul filtro, lavati con etere e purificati dall'acido acetico glaciale. Fondevano a 245°-246° e si dimostrarono identici al *trimero* suaccennato scoperto da Mascarelli.

Analisi:

Sostanza 0,1079 gr.; CO_2 0,3134 gr.; H_2O 0,0588 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $(C_7H_6O)_3$
C	79,21	79,24
H	6,05	5,66

La soluzione eterea, liberata dal solvente, dà un residuo resinoso, che venne distillato col vapore acqueo; passano piccole quantità di un olio (circa 12 gr.) che raccolto e distillato a sua volta, bolliva fra 177 e 200° ed era formato prevalentemente da aldeide benzoica. Nel liquido acquoso che resta indietro, si separano col raffreddamento dei cristalli, mentre la resina si deposita in fondo al pallone formando un grosso bottone giallo.

I cristalli bianchi sono costituiti in parte da acido benzoico, in parte dall'idrobenzoino (p. f. 136°). A proposito della formazione di quest'ultimo,

$$C_6H_5 \cdot CHOH \cdot CHOH \cdot C_6H_5,$$

vogliamo aggiungere che noi da principio la attribuimmo alla presenza di piccole tracce d'acqua, che avrebbe potuto esercitare sulla benzaldeide, per influenza della luce, una azione contemporaneamente ossidante e riducente, dando origine agli idrobenzoini e ad acido benzoico. Ma esperienze eseguite con aldeide benzoica in modo da evitare più perfettamente che ci fu possibile la presenza di umidità, ci dettero, dopo una insolazione dal 21-XII-1907 al 17-I-1908, i medesimi risultati.

La resina venne bollita ripetutamente con acqua per liberarla dalle sostanze cristalline ora menzionate. Il prodotto aveva l'aspetto già descritto altre volte e pesava 82,5 gr. Per purificarlo venne sciolto in etere, la soluzione dibattuta con carbonato sodico e dopo essere stata lavata e poi seccata con cloruro di calcio, precipitata con etere petrolico. Si ottiene un'abbondante separazione amorfa, lievemente colorata in giallo, che servì direttamente per le ulteriori esperienze.

Nelle nostre precedenti ricerche abbiamo trovato che questa resina, che ha la stessa composizione dell'aldeide da cui proviene, dà in benzolo un peso molecolare corrispondente ad un polimero assai elevato di circa $9C_7H_6O$; appariva però necessario determinare il peso molecolare in un altro solvente per vedere se tale risultato non fosse determinato in parte dal potere associante del benzolo. A tale scopo una parte della resina venne ulteriormente purificata, precipitandola più volte dalla soluzione benzolica

con etere petrolico (p. eb. 40-70°) ed infine dall'etere anidro. Il prodotto seccato a 100°, è una polvere bianca, che fonde fra i 160° e i 170°. Determinandone il peso molecolare in acido acetico glaciale si ottiene realmente un valore minore corrispondente ad un *tetramero* $4C_7H_6O = 424$.

Peso molecolare:

In soluzione acetica

concentrazione	abbassamento	peso molecolare
1,99	0°,19	408
5,19	0°,49	413
6.71	0°,58	451

Ma per considerare tale formola quale espressione della grandezza molecolare della resina erano necessarie ulteriori prove. Queste dettero per risultato che il prodotto di condensazione dell'aldeide benzoica è in grado di combinarsi con la fenilidrazina e la semicarbazide. Essendo il semicarbazone di più facile purificazione, lo abbiamo preferito. A questo scopo abbiamo trattato una soluzione di 3 gr. di resina in 90 cc. d'acido acetico glaciale con 3 gr. di cloridrato di semicarbazide e 3 gr. di acetato sodico sciolti in 10 cc. d'acido acetico glaciale diluito con la metà del suo volume d'acqua. La soluzione, un po' torbida, venne scaldata per qualche minuto a b. m. e poi abbandonata a sè stessa per 24 ore; versandola nell'acqua si ottenne un precipitato resinoso, che fu raccolto su filtro, lavato e seccato nel vuoto; si ebbero 3,9 gr.

A differenza della resina primitiva, questo prodotto non si scioglie più completamente nell'etere; ne restarono indietro 0,9 gr. Il residuo venne purificato precipitando la sua soluzione in etere acetico con etere di petrolio. Si ebbe così una polvere bianca, che fondeva a 232°. Seccata a 100° essa ha la composizione corrispondente alla formola

$$C_{29}H_{27}O_4N_3 = C_{28}H_{24}O_3 \cdot CON_3H_3$$

che sarebbe quella di un *monosemicarbazone* del *tetramero* $4C_7H_6O$.

Analisi:

Sostanza 0,1626 gr.; CO_2 0,4300 gr.; H_2O 0,0874 gr.
Sostanza 0,0926 gr.; azoto, misurato a 15° e 755 mm., 7,1 cc.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{29}H_{27}O_4N_3$
C	72,12	72,35
H	5,97	5,61
N	8,92	8,73

Questi fatti potrebbero far supporre che il prodotto di condensazione dell'aldeide benzoica fosse un chetone della seguente formola:

$$\begin{array}{llll} C_6H_5 & C_6H_5 & C_6H_5 & C_6H_5 \\ | & | & | & | \\ CO & -C\cdot OH- & C\cdot OH- & CH\cdot OH \end{array}$$

ma come ben si comprende, massime trattandosi di sostanze amorfe, questa interpretazione ha bisogno di ulteriori prove sperimentali, che speriamo di potere dare in seguito.

Nella purificazione della resina greggia mediante precipitazioni con etere petrolico dalla soluzione eterea, rimasero indietro in notevole quantità queste soluzioni etereo-petroliche, che furono abbandonate alla evaporazione spontanea. Si ebbe così un residuo in parte sciropposo, ma in parte solido e bianco. Trattando tutto il residuo con alcool metilico a freddo, si sciolse lo sciroppo, ma rimase indietro la parte solida. A caldo, anche quest'ultima passò in soluzione, ad eccezione di una piccola parte, che venne riconosciuta per il trimero di Mascarelli, dal punto di fusione 247-248°.

Concentrando la soluzione metilica si deposero delle masse bianche, apparentemente amorfe, che furono purificate dall'alcool metilico e poi dal benzolo. Il composto fonde a 144-145° e si presenta in forma di aggregati microcristallini, di aspetto cretaceo. È insolubile nell'acqua: si scioglie invece a caldo nell'alcool metilico, etilico e nel benzolo: anche a freddo nell'etere e nell'etere acetico. Dalla soluzione alcoolica l'acqua lo precipita in aghetti bianchi voluminosi.

Esso è un polimero della benzaldeide:

Analisi:

Sostanza 0,1666 gr.; CO_2 0,4842 gr.; H_2O 0,0860 gr.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per C_7H_6O
C	79,26	79,24
H	5,73	5,66

Con nostra sorpresa si dimostrò isomero del trimero di Mascarelli, che fonde a 247-248°.

Peso molecolare:

In soluzione acetica

concentrazione	abbassamento	peso molecolare trovato	peso molecolare calcolato
0,7972	0°,10	310,9	318
1,4820	0°,185	312,5	

Non si combina con la semicarbazide.

È probabile che i due trimeri della benzaldeide, dal punto di fusione 144°-145° e 247°-248°, appartengano allo stesso tipo e sieno forse isomeri geometrici.

2. Aldeide cinnamica.

Dopo una lunga esposizione di qualche anno si ritrovò una massa resinosa, rosso-bruna e trasparente. Sciolta nell'etere e dibattuta con carbonato sodico per togliervi l'acido cinnamico, ed in fine distillata con vapore per eliminare piccole tracce di aldeide inalterata, restò indietro una resina fragile e trasparente, che non si potè avere in forma cristallina. Venne purificata per ripetute precipitazioni della soluzione eterea con etere di petrolio. Il precipitato, quasi bianco, polverulento, venne seccato nel vuoto a 80°; fonde verso i 115°, rammollendo già a 103°. Ha la composizione dell'aldeide cinnamica, di cui è un polimero.

Analisi:

Sostanza 0,1828 gr.; CO_2 0,5458 gr.; H_2O 0,1102 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per C_9H_8O
C	81,42	81,81
H	6,69	6,06

In benzolo si ebbe un peso molecolare assai elevato, 1337; in acido acetico, da 523 a 606: ciò che starebbe fra le formole

$$4C_9H_8O = 528 \quad \text{e} \quad 5C_9H_8O = 660.$$

Peso molecolare:

In benzolo

concentrazione	abbassamento	peso molecolare
1,573	0°,06	1337,0

In acido acetico

3,016	0°,225	522,8
4,921	0°,33	581,5
6,990	0°,45	605,8

La resina scolora rapidamente il permanganato in soluzione alcoolica.

Probabilmente il nostro prodotto era un miscuglio; crediamo però che la condensazione avvenga, almeno in parte, per carbonio, rispettando i doppi legami, forse analogamente a quanto si verifica per il tetramero della benzaldeide.

3. Benzofenone e benzaldeide.

Già molti anni fa (1), ottenemmo, alla luce, da queste due sostanze, un prodotto di condensazione, dal punto di fusione 236-237°, a cui attribuimmo allora con riserva la formola assai complessa $C_{41}H_{34}O_5$. Avendo avuto occasione di ripetere quella vecchia esperienza, possiamo ora correggere la formola.

Durante l'esposizione di 25 gr. di benzofenone in 58 gr. di benzaldeide (per sciogliere il primo) dal giugno al gennaio, la soluzione si era trasformata in una massa resinosa giallo-bruna, disseminata di cristalli bianchi. Trattando a freddo con acido acetico glaciale, questi ultimi restano indietro, mentre la resina si scioglie. La parte cristallina (6 gr.), lavata con carbonato sodico, venne fatta cristallizzare dall'etere acetico, da cui si separa in forma di aghetti bianchi e voluminosi, che fondono a 245°. Essi sono, naturalmente, insolubili in acqua, e, in genere, poco solubili nei solventi ordinari; più facilmente li sciolgono a caldo l'etere acetico e l'acido acetico glaciale.

Le analisi condussero questa volta, con un prodotto evidentemente più puro, alla formola

$$C_{27}H_{22}O_3.$$

Analisi:

Sostanza 0,1742 gr.; CO_2 0,5232 gr.; H_2O 0,0892 gr,
Sostanza 0,1596 gr.; CO_2 0,4792 gr.; H_2O 0,0856 gr.
In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_{27}H_{22}O_3$
C	81,91	81,88	82,23
H	5,69	5,99	5,58

Esso corrisponderebbe ad un prodotto di addizione di due molecole di aldeide benzoica ed una di benzofenone:

$$2C_7H_6O + C_{13}H_{10}O = C_{27}H_{22}O_3.$$

Si potrebbe quasi pensare che questo composto avesse analogia coi trimeri della benzaldeide, in cui una delle tre molecole di questa fosse sostituita dal benzofenone.

La parte solubile nell'acido acetico, messa nell'acqua e distillata con vapore, dà un po' di benzaldeide e di benzofenone; il residuo è una resina giallo-bruna, che non abbiamo studiato ulteriormente.

4. Dibenzilidenacetone ed alcool.

Esponendo al sole il suddetto chetone nell'alcool in cui trovavasi in gran parte sospeso, si osserva già dopo qualche giorno che i cristalli del primo si vanno trasfor-

(1) Vedi la citata III Memoria. Queste Memorie, serie VI, vol. 1°, (1904).

mando in una resina gialla, che rimane aderente alle pareti del tubo, mentre la soluzione alcoolica acquista un colore rosso. L'insolazione di 45 gr. del chetone in 225 cc. d'alcool durò dal 4-VI, al 22-X-1908. La resina ottenuta pesava 40 gr.; l'alcool distillato non conteneva tracce sensibili di aldeide acetica.

La resina venne purificata per precipitazione della soluzione eterea con etere di petrolio. Ripetendo più volte questa operazione, si ottenne una polvere quasi bianca, che fondeva fra 125° e 135°. Essa ha una composizione che si avvicina alla formola

$$C_{17}H_{15}O.$$

Analisi:

Sostanza 0,1471 gr.; CO_2 0,4659 gr.; H_2O 0,0865 gr.
Sostanza 0,1800 gr.; CO_2 0,5686 gr.; H_2O 0,1022 gr.
In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_{17}H_{15}O$
C	86,38	86,15	86,81
H	6,53	6,31	6,38

Il suo peso molecolare determinato in soluzione benzolica è doppio:

Peso molecolare:

In benzolo

concentrazione	abbassamento	peso molecolare trovato	peso molecolare calcolato per $C_{34}H_{30}O_2$
1,56	0°,17	468	470
3,33	0°,36	470	

Data la costituzione del dibenzilidenacetone,

$$C_6H_5 \cdot CH = CH - CO - CH = CH \cdot C_6H_5$$

si comprende che oltre alla condensazione pei doppî legami è possibile anche quella pinaconica.

5. Contegno del safrolo e dell'isosafrolo in presenza di iodio.

È noto dagli studî di diversi autori, Angeli, Balbiano, Bruni ed altri, che il doppio legame di questi isomeri ha un contegno differente; in genere il gruppo propenilico è più attaccabile di quello allilico e dà anche più facilmente origine a prodotti di polimerizzazione.

Ne abbiamo avuto una prova pure nel comportamento di questi due corpi alla luce, perchè mentre il safrolo resta quasi del tutto inalterato, l'isosafrolo si trasforma in una resina da cui abbiamo potuto separare in piccola quantità il *diisosafrolo*, ottenuto da

Angeli e Mola (1) per riscaldamento dell'isosafrolo con acido cloridrico alcoolico in tubo chiuso a 160°.

Le due sostanze, il safrolo e l'isosafrolo, vennero esposte alla luce dal 14-I-1907 al 1-I-1908 dopo avervi aggiunto un po' di iodio.

Distillando il prodotto ottenuto col primo con vapore acqueo, passò quasi tutto il safrolo rimasto inalterato tranne un po' di resina che restò nel pallone.

L'isosafrolo invece s'era trasformato in una massa resinosa bruna cosparsa di cristalli. Trattando con etere, questi ultimi rimasero indietro ed altri se ne separarono poi dalla soluzione della resina, dopo averla alquanto concentrata. Questi cristalli, purificati dall'alcool, fondevano a 145°-146° e si mostrarono identici col diisosafrolo dal punto di fusione 145° (A. e M.).

Analisi:

Sostanza 0,2462 gr.; CO_2 0,6712 gr.; H_2O 0,1339 gr.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{10}H_{10}O_2$
C	74,35	74,07
H	6,04	6,17

Da 38 gr. di isosafrolo se ne ebbero 3 gr. Il rimanente del prodotto, liberato dal solvente e distillato con vapore acqueo, dà piccole tracce di un olio volatile formato da isosafrolo inalterato; il residuo è una resina bruna, fragile. Dai suddetti 38 gr. se ne ebbero 34.

6. Contegno del metileugenolo e dell'isometileugenolo in presenza di iodio.

Anche con queste coppie di sostanze si osserva il fatto suaccennato che il gruppo allilico è più resistente di quello propenilico nelle condensazioni provocate dalla luce, come lo è anche in altre circostanze.

Esponendo il metileugenolo con tracce di iodio alla luce, esso rimase presso che inalterato anche dopo una prolungata esposizione, dal 15-I-1907 al 6-II-1908. L'isometileugenolo invece trattato nello stesso modo si trasforma in una massa giallastra resinosa, quasi solida. Quest'ultima si scioglie quasi completamente nell'etere e dà per svaporamento del solvente una specie di vernice, che venne distillata in corrente di vapore acqueo. Passano con esso poche gocce di isometileugenolo inalterato, mentre la maggior parte del prodotto resta indietro; da 35 gr. di isometileugenolo se ne ebbero 32,9 di resina. Per purificarla, venne bollita a ricadere con etere petrolico (p. eb. 40-70°) e mentre quasi tutta la resina si discioglie, resta indietro un piccolo residuo pure resinoso colorato in bruno. Per lento svaporamento della soluzione petrolica si separa

(1) Gazzetta chimica, vol. 24, pag. 128 (1894).

dell'altra resina, ma assieme con questa una sostanza cristallina formata da mammelloncini bianchi. Questa sostanza, purificata dall'etere petrolico e poi dall'alcool metilico, si presenta in aghi sottilissimi che fondono a 96° ed hanno la composizione del *diisometileugenolo*.

Analisi:

Sostanza 0,1394 gr.; CO_2 0,3790 gr.; H_2O 0,0990 gr.
In 100 parti:

trovato	calcolato per $(C_{11}H_{14}O_2)_2$
74,15	74,16
7,88	7,87

Essi non sembrano identici al prodotto già descritto da Tibor e Széki (1) e poi da L. Francesconi e Puxeddu (2), prodotto che fonde a 106°; questi autori fecero anche l'interessante osservazione che l'isoeugenolo si polimerizza alla luce in soluzione alcoolica cloridrica, dando il diisoeugenolo, a cui corrisponde il suddetto etere metilico di T. Széki.

7. Benzaldeide e safrolo ed isosafrolo.

Dalle interessanti ricerche di A. Benrath (3), che costituiscono un seguito di quelle ben note di F. Klinger, si sa che l'aldeide benzoica per influenza della luce si addiziona a molte sostanze per formare svariati prodotti di condensazione. Contemporaneamente alle esperienze suaccennate, abbiamo voluto provare se il safrolo e l'isosafrolo avessero un contegno diverso rispetto all'aldeide benzoica. In questo caso i due isomeri reagiscono entrambi per formare prodotti di addizione della stessa formola empirica

$$C_7H_6O \cdot C_{10}H_{10}O_2$$

ma con questo naturalmente non è detto che i due isomeri abbiano un contegno analogo, perchè la costituzione dei due prodotti può essere diversa anche pel modo in cui avvenne la reazione. Su questo proposito decideranno ulteriori esperienze.

Vennero esposti al sole dal 7-I-1907 al 1-I-1908 contemporaneamente, 16 gr. di safrolo e 16 di isosafrolo mescolati ciascuno con 10 grammi di aldeide benzoica. I prodotti resinosi formatisi furono da prima liberati dalla sostanza primitiva rimasta inalterata per distillazione con vapore acqueo; dai 16 gr. di safrolo ed isosafrolo si ebbero rispettivamente 21 gr. e 18 gr. di residuo resinoso.

---

(1) Berichte, vol. 39, pag. 2422.
(2) Gazzetta chimica, vol. 39, I, pag. 202 e segg. (1909)
(3) Journal für practische Chemie, vol. 78, pag. 383 (1906).

Quello proveniente dal safrolo venne purificato mediante ripetute estrazioni con alcool assoluto bollente: la parte che resta indietro fonde fra 150° e 180° ed ha la composizione indicata.

Analisi:

Sostanza 0,1212 gr.; CO_2 0,3366 gr.; H_2O 0,0680 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{17}H_{16}O_3$
C	75,74	76,12
H	6,23	5,97

La resina formatasi dall'isosafrolo subì un analogo trattamento con alcool metilico. Per digestione a freddo con questo solvente, ripetuta parecchie volte di seguito, resta indietro una polvere bianca, amorfa, che fonde fra i 170° e 180° e che dette anch'essa all'analisi numeri corrispondenti alla formola suindicata.

Analisi:

Sostanza 0,1518 gr.; CO_2 0,4210 gr.; H_2O 0,0830 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{17}H_{16}O_3$
C	75,63	76,12
H	6,07	5,97

8. Chinaldina ed acetone.

Questa esperienza si accosta a quelle note e bellissime di A. Benrath (1) che ottenne dalla chinolina e dalla chinaldina prodotti di addizione con l'aldeide benzoica.

L'acetone invece non reagisce alla luce con la prima, ma dà invece con la seconda un interessante prodotto di condensazione, di cui non abbiamo ancora terminato lo studio.

Alla luce rimase esposta per un anno intero una soluzione di parti uguali di chinaldina in acetone, 44 gr. in tutto. Il liquido, lievemente giallo, liberato dall'acetone a b. m. e dalla chinaldina per distillazione a vapore, lasciò un residuo, del peso di 9,2 gr. Questo può essere facilmente purificato dall'alcool e poi dal benzolo e si presenta in mammelloni formati da piccoli aghetti lievemente colorati in giallo, che fondano a 212°. L'analisi condusse alla formola

$$C_{23}H_{22}N_2.$$

(1) Ibid. (2) vol. 73, pag. 384 (1906)

Analisi:

Sostanza 0,1288 gr.; CO_2 0,3994 gr.; H_2O 0,0800 gr.
Sostanza 0,1246 gr.; azoto, misurato a 21° e 756 mm., 9,7 cc.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{23}H_{22}N_2$
C	84,57	84,66
H	6,90	6,75
N	8,81	8,59

Si tratta però di un prodotto di condensazione formatosi da due molecole di chinaldina ed una di acetone con eliminazione d'acqua.

$$2C_{10}H_9N + C_3H_6O = H_2O + C_{23}H_{22}N_2.$$

Il composto è insolubile nell'acqua e nell'etere petrolico; gli altri ordinari solventi lo sciolgono, e meglio degli altri il benzolo a caldo, da cui cristallizza per raffreddamento. In soluzione di alcool assoluto riduce il permanganato.

La sostanza è una base biacida, che ha un contegno singolare nella salificazione. Messa in contatto con l'acido cloridrico, essa si colora subito in rosso aranciato; ma, agitata con una bacchetta di vetro, si scioglie dando un liquido senza colore; se l'acido era concentrato, si separa il sale in aghetti bianchi. Portando a secco il liquido incoloro, si ha un residuo appena colorato in giallo, che a contatto dell'acqua diventa subito rosso ranciato, producendo una soluzione ugualmente colorata: per aggiunta di acido cloridrico fumante, il colore scompare. Questi fenomeni trovano la loro spiegazione nel fatto che i sali monoacidi della base sono colorati, mentre sono incolori quelli biacidi.

Il *bicloridrato*, $C_{23}H_{22}N_2 \cdot 2HCl$, venne preparato facendo passare l'acido cloridrico gassoso nella soluzione della base in etere anidro. Da principio si produce un voluminoso precipitato giallo-ranciato, che per ulteriore passaggio di gas cloridrico diventa bianco. Venne raccolto e seccato nel vuoto sulla calce. Stando all'aria, tende a colorarsi perdendo acido cloridrico. Coll'acqua e coll'alcool si colora subito in rosso ranciato.

Analisi:

Sostanza 0,3010 gr.; *Ag Cl* 0,2310 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{23}H_{22}N_2 \cdot 2HCl$
Cl	18,98	17,79

Il *monocloridrato* $C_{23}H_{22}N_2 \cdot HCl$, fu appunto ottenuto cristallizzando a caldo il sale incoloro dall'alcool assoluto. Si ottengono per raffreddamento mammelloni rosso ranciati, che, scaldati verso i 270°, sublimano senza fondere.

Analisi:

Sostanza 0,2286 gr.; *Ag Cl* 0,0934 gr.
In 100 parti:

trovato	calcolato per $C_{23}H_{22}N_2 \cdot HCl$
Cl 10,11	9,79

Il *cloroplatinato* $C_{23}H_{22}N_2 \cdot H_2PtCl_6$, è un sale biacido, che si ottiene trattando la soluzione cloridrica, incolora, della base, con acido cloroplatinico; dopo qualche tempo si separa un precipitato cristallino rosso ranciato. Venne lavato brevemente con acqua e seccato sul cloruro di calcio.

Analisi:

Sostanza 0,3880 gr.; *Pt* 0,0900 gr.
In 100 parti:

trovato	calcolato per $C_{23}H_{22}N_2 \cdot H_2PtCl_6$
Pl 26,63	26,52

Il *cloraurato* biacido è evidentemente quel precipitato che si ottiene dalla soluzione cloridrica, incolora, della base, con cloruro di oro; esso ha un delicato aspetto cristallino ed un colore giallo aureo: ma raccolto su filtro e lavato appena con acqua, si trasforma subito in una massa colorata intensamente in bruno, che si scioglie nell'acqua volgendo al violetto scuro. La massa bruna, seccata nel vuoto, dimostrò una composizione che si avvicina a quella del cloroaurato monoacido, $C_{23}H_{22}N_2 \cdot H\,Au\,Cl_3$.

Analisi:

Sostanza 0,2728 gr.; *Au* 0,0886 gr.
In 100 parti:

trovato	calcolato per $C_{23}H_{22}N_2 \cdot HAuCl_3$
Au 32,48	29,5

Lo studio di questa interessante base sarà continuato.

9. Benzofenone e Cimolo.

Già nella nostra prima Memoria avevamo accennato che il benzofenone, come il chinone, è un composto che per azione della luce subisce con la massima facilità un processo di riduzione e che non è solamente l'alcool ma molte altre sostanze organiche

che lo trasformano in benzopinacone. Più tardi, nella nostra terza Memoria, riprendendo la ricerca, l'abbiamo estesa anche agli idrocarburi ed abbiamo trovato che col cimolo il benzofenone si trasforma del pari in benzopinacone, aggiungendo che per scoprire l'alterazione patita dal cimolo era necessario ripetere l'esperienza su più larga scala. Recentemente di questi studi si è occupato anche il prof. Paternò ed in quanto segue metteremo in evidenza i suoi risultati comparandoli coi nostri.

Abbiamo inoltre esteso le ricerche al contegno del benzofenone con altri idrocarburi, come si vedrà nei seguenti capitoli.

Alla luce venne esposta una soluzione di 50 gr. di benzofenone in 50 gr. di p. cimolo, durante il periodo estivo autunnale. Si ritrova il tubo riempito di cristalli. Questi che sono formati, come era da aspettarsi dalla nostra prima esperienza, da *benzopinacone*, furono raccolti su filtro e lavati con etere petrolico; se ne ebbero 33 gr. Il liquido filtrato (64 gr.), alquanto viscoso, venne distillato in corrente di vapore: da principio passa un olio formato prevalentemente dal cimolo, ma poi le goccioletto oleose cominciano a solidificarsi. Raccolto su filtro, liberato dall'olio aderente su piastra assorbente e poi cristallizzato dall'alcool, questo prodotto si presenta in pagliette fondenti a 159° che hanno la composizione

$$C_{20}H_{26}.$$

Analisi:

Sostanza 0,1454 gr.; CO_2 0,4812 gr.; H_2O 0,1312 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{20}H_{26}$
C	90,26	90,32
H	10,02	9,77

Esso sarà un *diciminile*. Cannizzaro e Rossi (1) ottennero un diciminile dall'alcool cuminico, che naturalmente non possiamo dire se identico al nostro.

Ma la parte maggiore di questo idrocarburo è contenuta nel residuo della distillazione con vapore, che ha l'aspetto resinoso.

Distillando a sua volta questa massa (35 gr.) alla pressione di 12 mm., passa prima intorno a 173° una materia oleosa, ma poi una parte che si solidifica. Questa, liberata dall'olio e purificata dall'alcool, si mostrò identica al prodotto già descritto.

Dalla parte oleosa, non ci fu possibile ottenere altre sostanze all'infuori del benzofenone, che venne separato per mezzo del semicarbazone. Il prof. Paternò (2), che ripetè anche egli la nostra vecchia esperienza, non ebbe il diciminile forse perchè operò su di una troppo piccola quantità di materia prima, ma poi che egli si ripromette di

(1) L. Annalen, vol. 121; pag. 251.
(2) Paternò e Chieffi, Gazz. chimica, 39, II, pag. 429.

ritornare sull'argomento gli abbandoniamo volontieri l'ulteriore studio dei prodotti che si formano in questa reazione.

Resta stabilito per ora soltanto che il cimolo agendo alla luce col benzofenone lo riduce in parte a benzopinacone, trasformandosi in diciminile.

10. Benzofenone e Toluolo.

Il miscuglio esposto alla luce conteneva 30 gr. di benzofenone sciolti in 45 gr. di toluolo. Durante l'esposizione nei mesi di estate-autunno, si erano depositati in grande quantità i cristalli del *benzopinacone*, che vennero separati per filtrazione e trattamento con etere petrolico (15 gr.) Il filtrato alquanto viscoso, fu distillato a vapore, raccogliendo separatamente le prime porzioni, che sono formate prevalentemente dal toluolo rimasto inalterato; le ultime invece si solidificano in parte. Raccolte su filtro e liberate su piastra porosa dall'olio aderente, costituivano una materia solida, che fondeva a circa 28°. Essa conteneva però del benzofenone trascinato anche esso dal vapore. Per eliminarlo lo abbiamo trasformato nel suo semicarbazone: la parte solida venne trattata a questo scopo in soluzione acetica con cloridrato di semicarbazide ed acetato sodico; versando poi il tutto nell'acqua, si separò una sostanza oleosa, che dopo qualche tempo divenne cristallina; seccata nel vuoto ed estratta ripetutamente a freddo con etere, rimase indietro una polvere che purificata dall'alcool venne riconosciuta pel semicarbazone del benzofenone (p. f. 168°). La parte asportata dall'etere e purificata dall'alcool fondeva a 52°. Essa aveva la composizione

$$C_{14}H_{14}$$

Analisi:

Sostanza 0,1358 gr.; CO_2 0,4584 gr.; H_2O 0,0992 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{14}H_{14}$
C	92,06	92,31
H	8,11	7,69

È assai probabile che questo idrocarburo sia identico al *dibenzile* scoperto pure da Cannizzaro e Rossi (1), pel quale questi autori dànno il punto di fusione 51,5-52°,5.

Il residuo della distillazione è una materia resinosa (20 gr.) che ripresa con etere e, dopo eliminato questo, umettata con alcool metilico a poco a poco crittallizza. Essa venne digerita a freddo con etere petrolico, che ne asportò la parte resinosa, ed il residuo (10 gr.) purificato dall'etere petrolico bollente.

Si ottennero così prismetti raggruppati, che fondevano a 88°-89°; a 11 mm. la

(1) L. Annalen, vol. 121, pag. 250, e Beilstein II, 232 e Ergängüns band II, 112.

sostanza bolle senza scomporsi a 222°. Essa è il *difenilbenzilcarbinolo* (1) che in questa reazione è stato ottenuto anche dal prof. Paternò (2) col punto di fusione 79-82°.

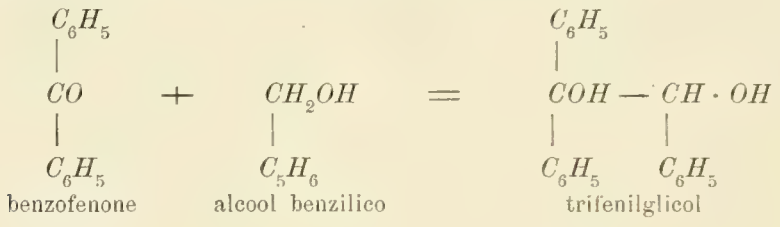
Analisi:

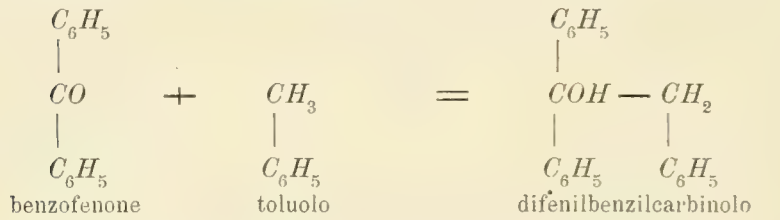
Sostanza 0,2944 gr.; CO_2 0,9446 gr.; H_2O 0,1787 gr.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{20}H_{18}O$
C	87,51	87,59
H	6,75	6,57

Come si vede, l'azione del toluolo sul benzofenone corrisponde a quella di quest'ultimo sull'alcool benzilico da noi descritta nella nostra già citata terza Memoria. Anche in questo caso il benzofenone, viene in parte ridotto a benzopinacone, ma si forma inoltre un prodotto di addizione: il trifenilglicol di Gardeur.





A questo tipo appartengono anche le altre reazioni studiate dal prof. Paternò, di alcune delle quali diremo più avanti, e cioè la formazione dei prodotti che si ottengono dal benzofenone rispettivamente coll'etilbenzolo, col propilbenzolo, col paraxilolo, col difenilmetano, coll'acido α-toluico (3), che nel caso più semplice corrispondono all'azione dell'acetone sull'alcool metilico descritta nella seconda parte di questa Memoria. Anche il prodotto di addizione ottenuto dal Benrath (4) dalla chinaldina e l'aldeide benzoica si forma per un simile processo. Non ci sembra però giustificato il concetto che più o meno chiaramente traspare dalle pubblicazioni del prof. Paternò, che cioè le reazioni fotochimiche da lui descritte sieno essenzialmente diverse dalle nostre.

(1) Vedi C. Hell e Fr. Wiegandt, che dànno il p. f. 88-89° corrispondente al nostro. Berichte, 37, pag. 1430..

(2) loc. cit.

(3) loc. cit. e Rendiconti Soc. chimica italiana, II, vol. 1, pag. 301.

(4) Journal für practische Chemie N. F. vol. 73, pag. 384.

II. Benzofenone ed etilbenzolo.

Alla luce venne esposta una soluzione formata da 45 gr. di benzofenone e 70 di etilbenzolo, che fu elaborata in modo analogo al caso precedente.

Si separarono 22 gr. di benzopinacone. La parte liquida distillata con vapore acqueo dette oltre all'etilbenzolo inalterato, un prodotto solido, che purificato dall'alcool si presentò in grossi cristalli fondenti a 128-129°. Esso è l'idrocarburo

$$C_{16}H_{18}$$

ottenuto pure dal prof. Paternò (3) pel quale dà il punto di fusione 124-125°.

Analisi:

Sostanza 0,1770 gr.; CO_2 0,5950 gr.; H_2O 0,1416 gr.

In 100 parti:

trovato	calcolato per $C_{16}H_{18}$
C 91,68	91,43
H 8,88	8,57

Dalla parte che resta indietro, col trattamento già descritto, abbiamo separato il prodotto d'addizione

$$C_{13}H_{10}O + C_8H_{10} = C_{21}H_{20}O,$$

Analisi:

Sostanza 0,3958 gr.; CO_2 1,2686 gr.; H_2O 0,2552 gr.

In 100 parti:

trovato	calcolato per $C_{21}H_{20}O$
C 87,31	87,50
H 7,16	6,94

che è stato pure osservato dal prof. Paternò. Egli dà per questo corpo il punto di fusione 87-90°; il nostro prodotto fonde a 88-90°, e bolle, alla pressione di 11 mm. a 226°. Si presenta, purificato dall'etere petrolico, in cristalli bene sviluppati, che furono misurati dal prof. Boeris. Egli ci comunica gentilmente i risultati che qui riportiamo per intero:

---

(1) loc. cit.

Sistema cristallino: monoclino

$a : b : c = 1{,}8207 : 1 : 0{,}6671 \qquad \beta = 86°11'$

Forme osservate: {110} {001} {011} {211} {$\bar{2}$11}

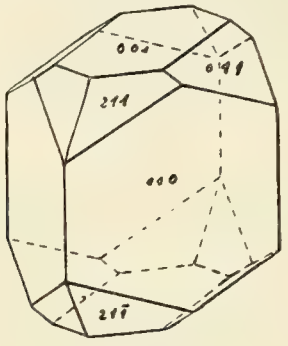


Fig. 2.

angoli	limiti delle osserv.	medie	calcolato	n
(110) : ($\bar{1}$10)	57°15′ — 57°44′	57°33′	*	22
(011) : (01$\bar{1}$)	33 22 — 33 55	33 39	*	12
(110) : (211)		47 46	47°49′	1
(211) : (0$\bar{1}$1)		69 39	69 31	1
(011) : ($\bar{1}$10)		62 36	62 40	1
(110) : (011)		59 15	59 11	1
(01$\bar{1}$) : ($\bar{2}\bar{1}$1)		72 2	72 2	1
($\bar{2}$11) : ($\bar{1}$10)		48 41	48 47	1
(211) : (001)		43 24	43 17	1
(211) : (2$\bar{1}$1)		55 8	55 2	1
($\bar{2}$11) : (001)		46 0	46 4	1
($\bar{2}$11) : ($\bar{2}\bar{1}$1)		58 10	58 4	1
(001) : (110)	87 41 — 88 27	88 10	*	14

Anche noi riteniamo che questo corpo sia un carbinolo, di cui però in considerazione delle ricerche del prof. Paternò non abbiamo studiato ulteriormente la costituzione; diremo soltanto che per riscaldamento in tubo a 300° esso si scinde in parte nei componenti, ma dà inoltre un idrocarburo cristallizzato in tavole rombiche, dal punto di fusione 88°, che ha la composizione

$$C_{21}H_{20}O - H_2O = C_{21}H_{18}.$$

Analisi:

Sostanza 0,1484 gr.; CO_2 0,5080 gr.; H_2O 0,0914 gr.

In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{21}H_{18}$
C	93,36	93,33
H	6,84	6,66

12. Benzofenone e paraxilolo.

La soluzione di 70 gr. di benzofenone in 100 di paraxilolo esposta durante i mesi estivo-autunnali, si comporta come la precedente. Abbiamo anche qui separato in notevole quantità (61 gr.) il benzopinacone.

La parte liquida dà in corrente di vapore un distillato, in cui è contenuto un idrocarburo della formola

$$C_{16}H_{18}.$$

Analisi:

Sostanza 0,2083 gr.; CO_2 0,6984 gr.; H_2O 0,1628 gr.
Sostanza 0,1502 gr.; CO_2 0,5032 gr.; H_2O 0,1168 gr.
In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_{16}H_{18}$
C	91,44	91,36	91,43
H	8,68	8,64	8,57

che, purificato dall'alcool metilico, si presenta in squamette fusibili a 82-83°; prodotto pure ottenuto dal prof. Paternò col punto di fusione 85-86°. Esso è identico, come egli fa giustamente osservare, al *dimetildibenzile* di Moritz e Wolffenstein (1).

Il residuo della distillazione con vapore acqueo, d'aspetto resinoso, subì lo stesso trattamento quale venne descritto pel prodotto che si ha col toluolo, cioè prima con alcune gocce di alcool metilico e poi, sempre a freddo con etere petrolico. La resina si scioglie in parte in quest'ultimo e resta indietro una polvere bianca, che, purificata ripetutamente dall'etere petrolico bollente, si trasforma in una sostanza cristallizzata in rosette, fusibili a 113°. Distillata alla pressione di 14 mm., bolle a 258-260° e fonde a 113°.

La sua composizione corrisponde anche in questo caso a quella di un prodotto di addizione

$$C_{12}H_{10}O + C_8H_{10} = C_{21}H_{20}O.$$

(1) Questi autori dànno per il loro prodotto il punto di fusione 82°. Vedi Berichte 32, 2532.

Analisi:

Sostanza 0,2544 gr.; CO_2 0,8166 gr.; H_2O 0,1688 gr.
Sostanza 0,1534 gr.; CO_2 0,4924 gr.; H_2O 0,0986 gr.
In 100 parti:

	trovato		calcolato per $C_{21}H_{20}O$
C	87,54	87,54	87,50
H	7,37	7,14	6,94

La sua costituzione dovrebbe essere la seguente, in analogia coi fatti finora accertati:

$$\begin{array}{l} C_6H_5 \\ | \\ C \cdot OH - CH_2 \cdot C_6H_4 \cdot CH_3 \\ | \\ C_6H_5 \end{array}$$

Ma noi non intendiamo insistere ulteriormente su questo argomento.

13. Acetone e toluolo.

Accenneremo che anche l'acetone agisce alla luce col toluolo; lo studio in proposito non è però esaurito. Abbiamo esposto una soluzione di 58 gr. di acetone con 92 di toluolo durante i mesi di estate ed autunno.

Il prodotto venne distillato prima a b. m. e poi a pressione ridotta. Resta indietro un residuo che dopo qualche tempo in parte cristallizza.

La parte volatile alla pressione di 35 mm. è formata precipuamente da toluolo bollente a 111°.

Il residuo venne liberato su piastra porosa dall'olio aderente e purificato dall'alcool. Si ebbero laminette fusibili a 52 della composizione del *dibenzile*.

$$C_{14}H_{14}$$

Analisi:

Sostanza 0,1338 gr.; CO_2 0,4528 gr.; H_2O 0,0962 gr.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{14}H_{14}$
C	92,29	92,31
H	7,78	7,69

14. Benzofenone ed etere di Hantzsch.

Aggiungiamo per ultimo la descrizione di questa esperienza, sebbene non stia in nessuna relazione con le precedenti.

Lasciando per un anno intero esposto alla luce un miscuglio di una soluzione benzolica di benzofenone e di etere diidrocollidindicarbonico (etere di Hantzsch), i cristalli di quest'ultimo si vanno a poco a poco sciogliendo in un liquido giallo. Dopo avere eliminato il solvente, si ebbe un residuo cristallino che venne estratto con etere petrolico: la parte che restò indisciolta era costituita dal *benzopinacone*; l'estratto petrolico fu a sua volta recato a secco e ripreso con acido cloridrico diluito. La soluzione cloridrica, sbattuta con etere per liberarla dalla parte non basica, dette, per svaporamento, una massa raggiata cristallina, il cloridrato dell'*etere collidindicarbonico*, che venne riconosciuto mediante il picrato, dal punto di fusione 164°, e al contegno del cloroaurato e del cloroplatinato.

Analisi del picrato:

Sostanza 0,1854 gr.; CO_2 0,3294 gr.; H_2O 0,0870 gr.
Sostanza 0,1820 gr.; azoto, misurato a 21° e 754 mm., 18,2 cc.
In 100 parti:

	trovato	calcolato per $C_{20}H_{22}N_4O_{11}$
C	48,45	48,58
H	5,21	4,45
N	11,24	11,33

Analisi del cloroplatinato:

Sostanza 0,2322 gr.; Pt 0,0478 gr.
In 100 parti:

trovato	calcolato per $C_{28}H_{40}N_2O_4PtCl_6$
Pt 20,58	20,91

Da 5 gr. dell'etere di Hantzsch, se ne ebbero 2,2 del suddetto cloridrato.

Il benzofenone ossida lentamente alla luce l'etere diidrocollidindicarbonico, trasformandosi, come al solito in pinacone.

Vogliamo infine ricordare con gratitudine l'aiuto efficace prestatoci prima dal dott. Luigi Vecchiotti e poi dal dott. Fedro Pirani.

IL SOLFATO DI CALCIO GELATINOSO E LA PRESA DEL GESSO

NOTA

DEL

Prof. ALFREDO CAVAZZI

(letta nell' Adunanza del 19 Maggio 1912).

Il fenomeno della presa del gesso, forse in causa dell'apparente e ingannevole sua semplicità, non ha ancora ricevuto una spiegazione soddisfacente, e la ragione di questo fatto va ricercata principalmente nella scarsa conoscenza che abbiamo ancora intorno alle proprietà del solfato di calcio.

I chimici, e non son pochi, che considerano il fenomeno in modo superficiale si tengono ed appagono alla vecchia spiegazione, in cui si ammette, come di fatto avviene, che la selenite, cotta in debite condizioni di temperatura, perde tutta o la maggior parte della sua acqua di cristallizzazione, che il sale disidratato riprende quando viene stemprato coll'acqua, per cui di nuovo cristallizza con conseguente indurimento della malta.

Questa spiegazione della presa delle malte di gesso, che è passata direi quasi per tradizione indiscussa in molte opere di chimica tecnica, considera bensì il fatto reale ed efficiente della cristallizzazione, ma trascura e non risolve il quesito principale, che è quello di scoprire e stabilire in qual maniera si producono i cristalli che compongono queste malte dopo il loro indurimento. Si formano cioè per semplice e immediato assorbimento di acqua, o per soluzione semplice, o, come suppose il Le Chatelier, separandosi dalla soluzione soprassatura che il gesso ben cotto forma coll'acqua dell'impasto e che si manterrebbe tale sino a completa idratazione del sale anidro?

A mio parere in nessuna di queste maniere.

In una Nota (1), che lessi all'Accademia nel maggio del 1907, io diedi sulla presa delle malte di gesso la seguente spiegazione:

« Nel primo contatto dell'acqua, il gesso cotto moderatamente, o quella parte di esso che non ha perduto della sua efficacia per troppo forte riscaldamento, produce un idrato

(1) *Sulla disidratazione e presa del gesso.*

più ricco di acqua della selenite e più solubile formando col liquido eccedente nella malta una soluzione soprassatura, come di fatto avviene. La massa maggiore del medesimo idrato, che non si scioglie e assume aspetto quasi *gommoso*, rapidamente si risolve in $CaSO_4.2H_2O$ e cristallizza: i cristalli così generati aderiscono fra loro e col disseccamento la massa indurisce alla maniera dell'argilla plastica. Molto probabilmente i primi cristalli si formano per decomposizione dell'idrato instabile esistente nella soluzione soprassatura, e la loro presenza agevola la trasformazione di tutta la massa amorfa non disciolta nell'acqua dell'impasto ».

Nelle parole *quasi gommoso* è espressa prudentemente, ma abbastanza chiaramente, l'idea della esistenza del gesso gelatinoso e conseguentemente di una proprietà o stato di questo sale sfuggita ai chimici o fors'anche giudicata trascurabile e non meritevole di esser presa in considerazione. In passato si era ben lontano dal supporre che certe forme instabili di corpi gelatinosi potessero avere un ufficio importante nella presa del gesso e di altri materiali cementanti di uso comune.

Che il solfato di calcio possa assumere lo stato gelatinoso si dimostra in modo molto semplice ed evidente.

Si fa cuocere della polvere finissima di selenite in bagno ad olio fra 130° e 140° e dopo raffreddamento si dibatte per soli 5 minuti $^1/_2$ grammo circa di questo gesso cotto con 25 cm^3 di acqua, operando a temperatura ordinaria, o meglio con acqua a 15° o sotto 15°, e si filtra. Aggiungendo subito al liquido filtrato, che è una soluzione fortemente soprassatura di solfato di calcio, un volume uguale all'incirca di alcool, il sale si separa in forma gelatinosa coll'aspetto dell'allumina idrata. In ragione della prevedibile instabilità di questa specie di gelatina è buon consiglio di raffreddare nel ghiaccio tanto la soluzione soprassatura quanto l'alcool prima di versare l'uno sull'altra. Se appena formata si raccoglie la sostanza gelatinosa su filtro e si sottopone all'esame microscopico con ingrandimento di 900 non appariscono cristalli, ma ripetendo il saggio dopo alcuni minuti, secondo la temperatura ambiente, si vede che la sostanza stessa si è trasformata in minutissimi cristallini aghiformi, i quali indubbiamente contengono, come la selenite, due molecole di acqua di cristallizzazione, essendo $CaSO_4.2H_2O$ l'unica forma stabile del solfato di calcio idrato a temperatura ordinaria e in presenza di acqua.

Sottoponendo ad esame microscopico una piccola quantità di solfato di calcio cristallino, ottenuto per precipitazione da una soluzione soprassatura, poi disidratato a 140°, ma non polverizzato, e stemprando il sale con una goccia di acqua, nel mezzo trasparente che prevale si vedono rari e grossi bastoncini e tavolette, che evidentemente sono gli scheletri dei minuti cristalli di cui era formato il sale prima della disidratazione. La parte trasparente, almeno nel primo contatto dell'acqua e del sale disidratato, non è altro che una soluzione soprassatura, nella quale dopo pochi minuti si formano bellissimi cristallini aghiformi, in cui più lentamente si trasformano pure i bastoncini e le tavolette sopra menzionati.

Ripetendo il saggio col medesimo sale disidratato a 140°, ma ridotto precedentemente in polvere di estrema finezza, invece dei bastoncini e delle tavolette si scorgono nel campo trasparente dei granuli rotondeggianti e degli aggregati di granuli, che presentano una

tinta leggermente giallastra e che formano come delle isolette, molto probabilmente di gesso gelatinoso, nel contorno delle quali appariscono i primi cristalli, ed a poco a poco le isolette si tramutano, mi si passi l'immagine, in piccole selve di cristallini aghiformi. Più sviluppati e più presto si formano i cristalli nella soluzione soprassatura e per trasformazione dei granuli isolati.

Voglio far notare che il processo da me seguito per ottenere il solfato di calcio gelatinoso, reca una conferma alle conclusioni cui il chimico russo Weimarn fu condotto in seguito alle sue ricerche sullo stato della materia; conclusioni che trovo riportate nell'importante lavoro del Michaëlis « *Le phénoméne du durcissement des agglomérants hydrauliques calcaires* » comparso nel giornale *Le Ciment* in alcuni fascicoli delle annate 1909 e 1910. Qui mi viene in acconcio di ricordarne due:

1ª. *Se il passaggio di un corpo allo stato solido si produce in una soluzione soprassatura, e il composto non è molto difficilmente solubile, questo si separa sotto forma di aghi.* E il Weimarn dà appunto per esempio il gesso.

2ª. *Se il passaggio avviene rapidamente in una soluzione fortemente soprassatura, e il composto è difficilmente solubile, allora si ottiene questo allo stato di sospensione sotto forma di gelatina o idrogele, vale a dire, allo stato colloide* E qui il Weimarn avrebbe senza dubbio dato parimente l'esempio del gesso che si separa da una soluzione fortemente soprassatura per aggiunta di alcool, qualora il fatto fosse stato a sua conoscenza. Dal canto mio dichiaro per amor del vero che questa idea nacque in me quando ignoravo del tutto le conclusioni del chimico russo.

Del resto è noto che non son pochi i corpi che si separano dalle loro soluzioni in istato gelatinoso sia cambiando, come nel caso precedente, la natura del solvente, sia per aggiunta e virtù di qualche reattivo. Ma rispetto alla natura del principale argomento di questa Nota occorreva soprattutto dimostrare che il gesso gelatinoso si genera anche per semplice e diretta idratazione del sale anidro o, dirò meglio, della selenite privata della massima parte della sua acqua di cristallizzazione.

A questa dimostrazione, se non erro, credo di esser giunto in modo molto semplice.

Si ponga entro piccolo mortaio di vetro ½ grammo circa di selenite cotta fra 130° e 140°, ridotta al maggior grado possibile di finezza, e s'aggiungano 4 cm^3 di acqua, che conviene prima raffreddare, se la temperatura ambiente supera i 15°, a fine di evitare una alterazione troppo sollecita del solfato gelatinoso. Tosto che l'acqua è stata messa a contatto col gesso disidratato, si agita e spappola accuratamente la miscela mediante il pestello. Nel primo minuto di questa operazione la polvere della selenite cotta si comporta come la polvere finissima del minerale crudo o quella di sabbia, ma man mano che il sale assorbe acqua e si idrata, il primitivo latte gessoso si addensa, sensibilmente gonfia e dopo 3 o 4 minuti di agitazione col pestello prende l'aspetto della salda d'amido. Appena è apparso questo stato gelatinoso di tutta la massa, si sottopone un po' di sostanza all'esame microscopico, e si vede, dopo pochi minuti, che la sostanza stessa si trasforma in minutissimi cristallini, come avviene del gesso gelatinoso che si separa dalla soluzione soprassatura per aggiunta di alcool.

Da questi effetti sono stato condotto a concludere che il gesso convenientemente cotto venendo a contatto dell'acqua si trasforma direttamente per assorbimento di questo liquido in solfato gelatinoso, che poi ben presto si risolve in acqua e $CaSO_4 . 2H_2O$ cristallino: in altre parole, la forma gelatinosa, ricca di acqua e instabile, trapassa alla forma cristallina stabile a temperatura ordinaria.

Che poi il solfato di calcio gelatinoso possa contenere una quantità di acqua inferiore od anche solo uguale a quella che si trova nel sale cristallizzato $CaSO_4 . 2H_2O$, sarebbe supposizione assolutamente contraria al modo di origine e ai caratteri ben noti di tutti i corpi gelatinosi che nascono entro una soluzione acquosa e nei quali l'acqua stessa è l'elemento predominante caratteristico. In causa però della rapidità con cui, anche a temperatura ordinaria, avviene l'alterazione del gesso gelatinoso riuscirebbe vano ogni tentativo diretto a determinare la quantità di acqua che esso contiene. Quella che rimane dopo completo essiccamento all'aria e a temperatura ordinaria è, come nella selenite, di due molecole per una di solfato anidro.

In conclusione, la esistenza e il modo di formazione e di trasformazione del solfato di calcio gelatinoso sono la prova e conferma più valida della spiegazione che io diedi della presa del gesso nella mia Nota del 1907, confortata pure da ulteriori ricerche riferite in altra Nota (1) che lessi all'Accademia nel 1908.

In quest'ultima faceva osservare che se i cristalli in cui si trasforma il gesso cotto nella presa delle comuni malte si formassero separandosi dalla soluzione soprassatura che si genera durante gl'impasti e che in seguito si mantiene tale sino a idratazione e cristallizzazione completa del sale anidro, l'aumento di volume che accompagna la presa dovrebbe essere molto maggiore di quella che praticamente avviene (1%). Alla quale conclusione giunsi riferendomi ad un esperimento che descrissi in una Nota letta all'Accademia nel 1904 (2), e di cui stimo opportuno far breve cenno nella presente.

Con una soluzione fortemente soprassatura di solfato di calcio a 18° precisi, temperatura dell'ambiente, riempii un matraccio capace di 2 litri, sul cui collo era inciso un tratto che indicava esattamente questo volume. Chiusi subito il recipiente con tappo di gomma leggermente applicato a fine di impedire anche minime perdite di vapor d'acqua, poscia lo lasciai a sè per 4 giorni affinchè si deponesse la massima parte del sale esistente nella scluzione soprassatura. Man mano che aumentava il deposito formato dai cristallini aghiformi di $CaSO_4 . 2H_2O$, il liquido lentamente, ma molto sensibilmente, saliva nel collo del matraccio. Al termine di quattro giorni tenni per alcune ore il recipiente immerso in acqua mantenuta costantemente a 18° all'intento di misurare l'aumento di volume della soluzione alla stessa temperatura a cui si trovava la soluzione soprassatura al principio dell'esperimento. Questo aumento fu di cm^3 3. Raccolsi su filtro il sale che si era deposto, lo lavai col liquido stesso in cui i cristalli si erano formati, e con altre semplici operazioni, che non starò a descrivere, potei stabilire con sufficiente approssimazione che

---

(1) *Nuovi fatti a conferma della spiegazione della presa del gesso.* 1908.

(2) *Sulla solubilità, soprassaturazione e presa del gesso.* 1904

100 grammi di gesso idrato $CaSO_4 . 2H_2O$, separandosi da una soluzione soprassatura in istato cristallino, producono in essa un aumento di cm^3 20,86.

Riferisco senz'altro le conclusioni che trassi dagli effetti di questo esperimento

« Siccome nella presa delle malte di gesso puro moderatamente cotto, tutta la massa si trasforma in cristalli minutissimi di $CaSO_4 . 2H_2O$, e l'aumento di volume della malta è relativamente piccolo, così è evidente che questi cristalli non si formano per via di soluzione e devono perciò nascere per trasformazione di un corpo non disciolto, a quanto pare gelatinoso e ricco di acqua: il quale poi rapidamente cristallizza, sdoppiandosi in acqua e $CaSO_4 . 2H_2O$. Non mancano esempi di corpi gelatinosi amorfi che per semplice disidratazione si cambiano in polveri cristalline; notissimo è quello del carbonato di calcio che si ottiene versando a temperatura ordinaria una soluzione di un carbonato alcalino sopra un'altra di un sale di calcio »

Da quanto ho esposto viene in chiaro che, prima di dimostrarla sperimentalmente e per esservi condotto soltanto in seguito agli effetti ottenuti nelle mie particolari ricerche, io aveva intraveduta la esistenza del solfato di calcio gelatinoso e l'ufficio di questo nel fenomeno della presa. E non occorreva di più per congetturare che qualche cosa almeno di simile debba avvenire nella presa dei cementi. È vero che nel 1887 il Le Chatelier non conosceva l'esistenza del gesso gelatinoso, ma a lui tuttavia spetta il merito del sagacissimo paragone che in quel tempo egli fece dei fenomeni che producono la presa del gesso e quella dei cementi, e in particolare del portland. Se non che il fatto predominante nella presa del gesso puro debitamente cotto è la cristallizzazione dell'intera massa delle malte, laddove nella presa dei cementi, secondo le recenti ricerche del Michaëlis, l'indurimento sarebbe principalmente dovuto alla perdita di acqua e alla conseguente condensazione o contrazione degl'idrogeli che si formerebbero all'intorno dei granuli di questi materiali cementanti e in particolare dell'idrogele di silicato di calcio; essendo la silice e la calce i costituenti essenziali e sufficienti a formare il cemento. Ai colloidi, soggiunge il Michaëlis, non si posso assegnare proporzioni stechiometriche nettamente definite come ai veri composti, e il loro studio dimostra che sono formazioni del tutto eterogenee, nelle quali si tratta unicamente di equilibrio chimico.

D'altra parte il Kaisermann ha pubblicato nel 1910 i risultati delle sue ricerche microscopiche e microchimiche sui cementi, per le quali è arrivato, fra le altre, alla seguente conclusione.

« I fini aghi cristallini e l'idrogele che si formano nella idratazione del cemento e che rappresentano entrambi un silicato monocalcico idrato in proporzioni determinate, hanno *ugualmente* un ufficio principale nell'indurimento del cemento, e differiscono fra loro nel rispetto chimico *soltanto* per il grado di idratazione », come, aggiungo io, il solfato di calcio gelatinoso ricchissimo di acqua differisce da $CaSO_4 . 2H_2O$ cristallino. Noto che in certo modo il Kaisermann conferma ad un tempo i risultati delle ricerche del Le Chatelier e di quelle del Michaëlis.

Or bene, i cristalli di cui parla il Kaisermann, e che molto prima di lui erano stati osservati dal Le Chatelier, sarebbero o no per avventura la forma stabile in cui più o

meno rapidamente e completamente si risolvono gl'idrogeli, come avviene del gesso gelatinoso?

Io non posso fornire argomenti di risposta al non facile quesito, perchè mi mancano presentemente i mezzi di riscaldamento necessari per preparare sinteticamente quei silicati e alluminati di calcio, dalla idratazione dei quali dipende essenzialmente l'indurimento dei cementi.

INDICE

A. Righi — *Sulla scarica a scintilla in un gas rarefatto e sulla sua trasformazione in fascio di raggi magnetici* (con 12 figure delle quali 6 unite in una tavola) . . . . . Pag. 3

G. Tizzoni — *Primi esperimenti di vaccinazione negli animali contro il germe specifico della pellagra (Streptobacillus pellagrae T.)* (con tavola) . . . . » 15

F. Guarducci — *Sopra un aritmometro moltiplicatore-divisore.* . . . . . » 33

A. Baldacci — *I rapporti fitogeografici fra l' isola di Creta e la Cirenaica* (con carta geografica) . . . . . » 37

A. Razzaboni — *Sulla rappresentazione equivalente di una superficie su di un' altra per parallelismo delle normali.* . . . . . » 45

S. Pincherle — *Alcune osservazioni sopra i sistemi di funzioni associate e sopra un gruppo di operazioni lineari* . . . . . » 61

G. Ciamician e **C. Ravenna** — *Sul contegno di alcune sostanze organiche nei vegetali* (V. Memoria) . . . . . » 71

G. Ruggi — *Intorno alla stenosi della prima porzione dell' intestino digiuno* (con figura nel testo). . . . . » 77

G. Capellini — *Una lettera di F. A. Humboldt a R. G. Bunsen* . . . . . » 87

L. Amaduzzi — *Masse luminose del Righi in una scarica ottenuta con differenza di potenziale alternativa.* (con figure nel testo ed una tavola) . . . » 93

S. Canevazzi — *Sulla conservazione delle opere cementizie in presenza degli oli e dei corpi grassi in genere* . . . . . » 99

F. Cavani — *Sulla pendenza e sulla stabilità della torre Asinelli di Bologna* (con specchio e tavola) . . . . . » 103

A. Righi — *L' emissione di ioni ed elettroni da una scintilla nell' aria rarefatta e le rotazioni ionomagnetiche* (con 24 figure nel testo) . . . . . » 127

G. Ciamician e **P. Silber** — *Azioni chimiche della luce.* VII. Memoria . . . . » 165

A. Cavazzi — *Il solfato di calcio gelatinoso e la presa del gesso* . . . . . » 221

MEMORIE

DELLA

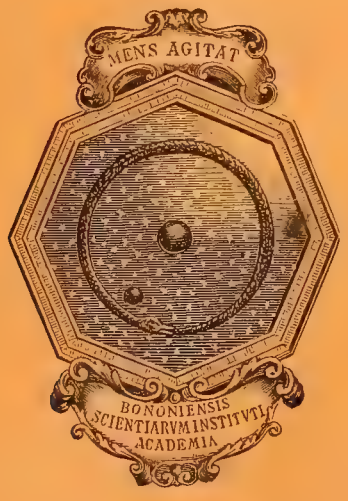
R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL'ISTITUTO DI BOLOGNA

CLASSE DI SCIENZE FISICHE

SERIE VI. — TOMO IX.

Fascicoli Terzo e Quarto.



Smithsonian Institution
APR 6 1914
228651
National Museum

BOLOGNA
TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI
1912

Ricerche sui processi digestivi ed assimilativi in un uomo sano con fistola gastrica e chiusura completa dell'esofago.

MEMORIA

DI

PIETRO ALBERTONI E PIETRO TULLIO

(letta nella Seduta del 5 Maggio 1912).

Nei lavori precedentemente pubblicati nelle Memorie di questa Accademia, fu trattato della dieta più confacente all'organismo umano (1). Mediante ricerche sperimentali istituite sopra individui della classe agricola si potè dimostrare che una dieta ricca in calorie ed albumina è particolarmente adatta a mantenere gli organismi in perfetto stato di salute e a sviluppare le loro energie individuali.

Giacchè la *dieta normale dell'uomo* è oggetto tuttora di continue discussioni e ricerche, sostenendo molti che i dati stabiliti da Voit e Moleschott non corrispondono a reali necessità degli organismi, ma bensì ad una voluttuaria richiesta degli apparati digerenti, crediamo utile illustrare brevemente il presente caso, che, osservato sotto vari punti finora negletti, porta un contributo originale ed interessante all'importante questione.

Si trattava di un individuo perfettamente sano e con stomaco integro, al quale, in seguito ad un processo ulceroso semplice di ignota natura, era rimasta una stenosi completa dell'esofago, per cui fu necessario praticare una fistola gastrica acciocchè potesse nutrirsi.

G. R. di Guardia Ferrarese di anni 30, con precedenti famigliari ottimi, dopo aver fatto il garzone di falegname ed il carabiniere, era andato a Mantova a fare l'agente di negozio. Di famiglia agiata, aveva sempre mangiato a sazietà cibi sani, sebbene grossolani; raramente aveva ecceduto nel mangiare e nel bere, conservando sempre appetito regolare.

Nella primavera del 1909 cominciarono i primi disturbi della malattia che doveva condurlo nelle presenti condizioni: notò, deglutendo talvolta qualche grosso boccone, come un senso di soffocazione, immediatamente sotto alla laringe. Quivi il cibo pareva fermarsi, per cui era costretto spesso a ricacciarlo in bocca. Questo fatto dapprima raro, si fece frequente,

(1) Albertoni e Rossi. Ricerche sul valore comparativo del cibo vegetale e del cibo animale e sul bilancio minimo proteico. Ser. VI T. V. 1907-8 e

— Nuove ricerche sulla influenza delle proteine animali nei vegetariani. T. VII, 1909-10.

Smithsonian Institution, APR 6 1914 National Museum

per cui egli doveva masticare molto i cibi, e scegliere i più adatti ad essere ridotti in bocconi sempre più piccoli: talchè si ridusse in fine a nutrirsi di sole uova e latte.

Andò così deperendo progressivamente per la insufficente alimentazione, riducendosi da 67 Kilogrammi a 60, per cui l'11 novembre 1909 entrò nell'Ospedale di Mantova, dove gli fu riscontrata una stenosi esofagea. Da principio si poteva penetrare nello stomaco con una sonda sottile: poi la stenosi, malgrado una energica cura antiluètica intrapresa nel dubbio infondato di sifilide, andò progredendo fino a non permettere il passaggio delle sonde più sottili. Allora fu decisa l'operazione: l'individuo era ridotto a pesare 52 Kilogrammi, non ebbe mai dolori.

La fistola fu praticata due dita sotto l'arco costale sinistro — alla parasternale — con risultato ottimo. Si aspettò tre giorni prima di introdurre cibi per la fistola fatta e nel frattempo il malato fu nutrito per la via rettale. Per la prima volta si introdussero nello stomaco 300 grammi di latte e due rossi d'uovo: *il ventricolo era piccolissimo come si potè riscontrare durante l'operazione.* Poi si andò sempre aumentando la quantità del latte e delle uova fino a raggiungere nella giornata dodici uova e tre litri di latte, a cui veniva aggiunta della *Somatose.* Dopo venti giorni si cominciò a dargli del pane trito cotto nel brodo aumentandone sempre la quantità così che dopo un mese la sua dieta consisteva in 2-3 litri di latte, 10 ova, due minestre di *pantrito* del volume di 1-1 ½ litri ciascuna, un litro di vino e durante la notte un brodo con due uova.

Quantunque introducesse questa considerevole quantità di alimenti, il suo appetito in quel tempo non era mai sazio: il suo peso corporeo però andava rapidamente aumentando, così che in breve riacquistò il peso perduto ritornando a pesare 67 Kgr. con un guadagno quindi di 15 Kgr. Allora spontaneamente ridusse il cibo alla quantità di cui fa uso pur ora e che descriveremo in appresso. L'alvo fu sempre regolare.

Lasciato l'Ospedale di Mantova il 29 marzo 1910, ritornò al suo paese nel pieno possesso di tutta la sua attività ed energia. Desideroso di guarire completamente con una operazione, venne all'Ospedale di Bologna, dove gli furono riscontrate radioscopicamente modica dilatazione dell'esofago e stenosi completa di esso alla regione del *cardias;* dopo 24 ore non era passata la più piccola traccia di bismuto.

Il R. è individuo di media statura, in stato di nutrizione e sanguificazione presentemente buono. Intelligente e provvisto di una certa istruzione, è però di carattere diffidente, per cui non si prestò che di mala voglia alle pochissime ricerche che si poterono fare, e anche in modo incompleto.

L'apertura della fistola, con cute pressochè normale, è ristretta così da lasciar passare appena un tubo di gomma del diametro di circa un centimetro, che il paziente tiene in permanenza, chiuso con una pinza e assicurato al corpo mediante una fascia. La sua dieta presentemente è composta dei seguenti alimenti: la mattina litri 1-1 ½ di latte bollito con tre uova: a mezzodì una minestra di brodo di un litro e mezzo contenente 150-200 gr. di *pane trito* e 3 uova, 800-900 ccm. di vino, 100-200 ccm. di caffè: la sera fa lo stesso pasto che a mezzodì. Se durante la notte sente sete o fame, prende brodo o marsala a cui unisce un tuorlo d'uovo.

Riuniamo in una tabella i principî alimentari e le calorie contenuti in tale dieta, togliendo i dati in gran parte dalle tavole del König:

	Albumina	Grassi	Id. di C.	Alcool	Calorie
Latte litri 1-1 ½	33,9 — 50,8	36,8 — 55,2	49,4 — 74,1		684 — 1025
Uova 8-10	47,3 — 59,1	45,2 — 56,5	2,5 — 3,1		625 — 780
Pane gr. 300-400	25,3 — 33,8	2,7 — 3,6	142,7 — 190,2		714 — 952
Vino 1600-1800				112 — 126	784 — 888
	106,5 — 143,7	84,7 — 11,53	194,6 — 207,4	112 — 126	2807 — 3645

Il paziente prepara il suo cibo versando nel brodo bollente il pane tritato e stacciato, e lasciandolo cuocere fino a consistenza di una pappa molto scorrevole: quando è un po' raffreddata vi aggiunge le uova formandone un tutto omogeneo. Indi si distende sul letto e, fissato un imbuto di vetro della capacità di circa 300 ccm. nel tubo di gomma, lo riempie della pappa tenendo chiuso il tubo colla pinza: poi accertatosi colla mano che sostiene l'imbuto o col dito che la temperatura è conveniente, apre la pinza e lascia che la minestra discenda nello stomaco. La temperatura di 40°-42° è quella che il paziente ha riscontrato più favorevole alla digestione: temperature più basse la rendono più lunga e difficile, più elevate gli causano intensa salivazione. Colla temperatura appropriata, la salivazione durante il pasto è modica e non sopra i 50 ccm.

Così successivamente riempie 5-6 volte l'imbuto, ed infine vi aggiunge il vino e poi il caffè col quale termina il pasto che dura circa un quarto d'ora. Mano mano che lo stomaco si riempie, percepisce un senso di pienezza piacevole.

Abbiamo seguito l'andamento della digestione togliendo di tratto in tratto alcuni centimetri cubi del contenuto gastrico, che usciva ora spontaneamente a flotti, ora mediante lieve aspirazione· Estratti dopo un'ora 50 ccm. di liquido torbido, roseo, si riscontra una acidità totale del 1, 4 %; assenza di acido cloridrico libero alla cartina di Congo e al reattivo di Gunzburg. Dopo 3 ore si estraggono 30 ccm in cui l'acidità totale è dell'1,54 ‰ e manca l'acido cloridrico libero. Dopo 5 ore con fatica si riesce ad estrarre 10 ccm. di contenuto piuttosto denso, di color roseo cupo, dell'acidità totale dell'1,64 ‰ e che presenta evidente la reazione dell'acido cloridrico libero col reattivo di Gunzburg e e colla cartina di Congo. Come si vede l'acido cloridrico libero non è apparso che alla fine della digestione, restando prima combinato colla abbondante quantità di albuminoidi presenti nel contenuto gastrico.

Le sensazioni connesse all'introduzione degli alimenti solidi e liquidi provate dal paziente erano varie e complesse. Se egli lasciava passare anche di poco l'ora del pasto, sentiva subito insorgere un senso di sfinitezza e di vuotezza dello stomaco, sensazioni che cessavano appena egli aveva introdotto il cibo. Egualmente avveniva per la sete che egli accusava come senso di arsura alla bocca, e che cessava 10-15 minuti dopo che il liquido

era stato introdotto nello stomaco. Spesso di notte si svegliava con senso di arsura alla gola, o sfinitezza allo stomaco, sensazioni che passavano tosto introducendo del brodo, o del marsala misti a tuorli d'uovo.

Le sensazioni di fame e di sete erano in lui ben sviluppate, come pure il senso di benessere dopo il pasto: più oscure erano le sensazioni in rapporto ai singoli cibi e ai loro sapori. Che il latte o il caffè fossero amari o dolcificati collo zucchero, gli era perfettamente indifferente. Aveva in un periodo di tempo introdotto una notevole quantità di zucchero e di cioccolata tale da produrgli un passeggero disturbo gastroenterico, e ciò senza provare alcuna sensazione particolare. Abbiamo dato al paziente una soluzione di zucchero concentrata, a digiuno, senza che egli avvertisse alcuna sensazione.

Egualmente si può dire per gli amari. Abbiamo a sua insaputa mescolato a mezzo litro di vino 10 gr di tintura di quassio senza che egli se ne accorgesse.

Egualmente non potè distinguere se la minestra di pane trito era stata preparata, invece che col brodo, con acqua salata: tuttavia egli lamentò di sentirsi meno in forze. del solito. Coll'assenza del brodo la reazione dell'acido cloridrico comparve più tardi e fu meno intensa: l'acidità totale rimase pressochè invariata.

Il paziente crede di potere affermare per lunga esperienza che il brodo buono gli rende la digestione più piacevole e specialmente gli dà un senso di forza; egli è propenso ad attribuire ad esso una grande efficacia nutritiva. Egualmente nutriente e favorevole alla digestione sarebbe per lui il *pantrito*. Venuto all'Ospedale di Bologna, in luogo del pantrito da principio gli fu dato del semolino. Egli accusò debolezza, e la sensazione di non nutrirsi a sufficienza: ed infatti diminuì nel peso che poi ritornò normale quando gli fu a sua richiesta dato il *pantrito*. Il potere nutriente del semolino è infatti minore di quello del pane. Ma quello che egli appetisce veramente e desidera di più è il vino. Poco dopo di averlo ingerito, specialmente se lo stomaco è vuoto, prova una piacevole sensazione di calore alla regione gastrica, e, secondo il suo modo di esprimersi « come di movimento ». Il benessere è presto generale, e la sensazione di esso è tanto più intensa e rapida quanto il vino è migliore, il che crediamo dipenderà dal tasso alcoolico più elevato. I vini cattivi gli danno malessere ed anche nausea.

Quantunque sconsigliato di adire alla operazione, volle tentare la prova. Questa fu lunga ed indaginosa, e pur essendo riuscito il congiungimento fra lo stomaco e l'esofago, tuttavia il malato non si riebbe più e dopo due giorni si spense.

* * *

Questo caso ci sembra, come dicemmo, interessante sotto diversi punti di vista che riguardano la dottrina della alimentazione: e per vero la natura spesso foggia le circostanze in modo così particolare da fornire degli ammaestramenti che le esperienze più ingegnose non sono in grado di dare, essendo esse unilaterali. Numerosi sono i casi di fistola gastrica per occlusione completa dell'esofago che furono raccolti nella letteratura, dopo che le esperienze di Pawlow ebbero richiamata l'attenzione degli studiosi sulla secre-

zione gastrica che accompagna l'alimentazione fittizia; ma gli autori si occuparono solo di ripetere con successo gli esperimenti eseguiti da Pawlow sopra i cani, non prestando attenzione a quelle differenze che non erano in piena armonia colle vedute dell'eminente fisiologo russo.

Lo studio del Pawlow, e della sua scuola, sulla funzione delle ghiandole digestive e sulla mirabile coordinazione nervosa che la regola, mette in risalto specialmente questi due fatti: l'influenza che sulle secrezioni digestive in generale e particolarmente su quella gastrica hanno gli stimoli visivi, olfattivi e gustativi, e l'influenza specifica che esercita sulla qualità e quantità del secreto gastrico la presenza di un dato cibo o principio alimentare nello stomaco a contatto della mucosa. Egli potè dimostrare che negli animali affamati, non solo la masticazione e degustazione dei cibi, ma anche la sola vista di essi provoca un' abbondante secrezione di succo gastrico, la quale però non varia nei suoi caratteri chimici per i differenti cibi. Al contrario introducendo per la fistola, all'insaputa degli animali, parte di questi cibi (pane, albumina d'uovo, carne bollita etc) nello stomaco, si osservava che essi potevano permanervi 2-3 ore senza causare la minima secrezione digestiva (1): la colla d'amido cotta introdotta nello stomaco non provocava secrezione apprezzabile, e al contrario ingerita dall'animale provocava una secrezione della durata di due a tre ore. Per cui egli afferma che per questi alimenti il succo psichico costituisce una condizione indispensabile perchè la digestione si faccia.

Nell'uomo le esperienze di Pawlow furono ripetute in casi di fistola artificiale praticata in seguito a stenosi per ulcerazioni da caustici, e Hornborg (2), Bickel (3), Umber (4), Bozen (5) e Kaznelson (6) ottennero colla degustazione e masticazione, ed anche col solo far odorare e vedere i cibi, la secrezione psichica. Sticker (7) e Biernaki (8) introducendo direttamente i cibi colla sonda, ebbero diminuzione ed anche mancanza della secrezione gastrica, fatto dovuto, alla mancanza della saliva, non come si credette da principio, ma all'esclusione della masticazione.

Ognuno riconosce l'importanza di queste ricerche sia dal lato fisiologico come da quello

---

(1) J. P. Pawlow, Le travail des glandes digestives. Traduct. franç. Masson Paris 1901 p. 161 e seguenti.

(2) Hornborg, Beiträge zur Kenntniss der Absonderungsbedingungen des Magensaftes beim Menschen. Skand. Arch. f. Phys. 1904, Bd 15, S. 203.

(3) A. Bickel. Exper. Untersuch ü. die Magensaftsekr. bei Menschen. Deut. med. Wochenschr. 1905, S. 1323'

(4) F. Umber. Berl. klin. Wochenschr. 1905 n. 3.

(5) H. Bozen. Exper. Untersuch. über psich. und assoziative Magensaftsekr. b. Menchen. Pflüger Arch. 1907, Bd 117, S. 150.

(6) H. Kaznelson. Scheinfütterungsversuche am erwachsenen Menschen. Pflügers Arch. 1907, Bd 118, S. 327.

(7) G. Sticker. Neue Beiträge zu Bedeutung der Mundverdaung. Munch. med. Wocheschr. 1898, N.° 25.

(8) E. Biernaki Die Bedeutung der Mundverdaung und des Mundspeichels f. die Thätigkeit des ges. und Kranken Magens. Zeitschr. f. Klin. Med. 1892, Bd 21, S. 97 e

— Wechselbeziehe zur Speichel und Magensaft. Volkmanns Sam. klin. Vortr. n. 207.

clinico; tuttavia i fenomeni biologici sono così complessi e i poteri di adattamento degli organismi così mirabili, che essi possono eliminare e sostituire meccanismi importantissimi all'economia animale. Il che ci sembra avvenisse nel caso nostro, in quanto il nostro paziente potè riacquistare le funzioni digestive normali all'infuori della secrezione psichica — perchè non altro che disgusto poteva ispirare la poltiglia che egli introduceva per la sua fistola — in modo da raggiungere rapidamente il peso corporeo perduto e le sue normali condizioni di salute ed energia.

Raggiunto il peso corporeo primitivo, il nostro paziente diminuì in parte la quantità di cibo che introduceva nella fistola, regolando la sua dieta in modo che fosse sufficiente a mantenerlo in perfetto stato di salute: e tale procedimento si stabilì, come si è veduto, all'infuori di ogni sensazione gustativa ed ogni impressione psichica.

Normalmente l'assunzione del cibo viene regolata da quel complesso di sensazioni interne cenestesiche che va sotto il nome di fame. Il punto di partenza di tutte queste sensazioni risiede in tutti gli organi che entrano in gioco durante i processi digestivi, assumendo lo stomaco la parte principale.

La ultime ricerche di Cannon e Boldireff fanno ritenere molto probabile che la specifica sensazione di fame sia legata veramente a contrazioni ritmiche e toniche del ventricolo e dell'intestino, accordandosi in ciò coll'opinione volgare; tuttavia queste contrazioni non sono che un fenomeno secondario e dipendente in ultima analisi da una modificazione organica nello stato chimico e fisico dei liquidi plasmatici e delle cellule tutte dell'organismo, come aveva giustamente opinato l'illustre fisiologo Schiff. E dal metabolismo delle cellule in rapporto ai loro bisogni funzionali viene modificata la crasi del sangue, la quale agisce elettivamente e in rapporto alle deficenze e ai bisogni dell'organismo, modificando lo stato di eccitabilità e attività di tutti i meccanismi sensomotori centrali e periferici che cooperano al complesso fenomeno della digestione e dalla cui modificata attività insorge la sensazione della fame.

Ed è questo bisogno profondamente protoplasmatico degli elementi cellulari quello che regola la dieta dell'uomo, e che ha spinto il nostro paziente, in assenza di ogni sensazione gustativa, ad aumentare continuamente la quantità del cibo introdotto nella fistola, sebbene molteplici cause si opponessero quale la piccolezza del ventricolo, il lungo adattamento ad una scarsa alimentazione, ad un bilancio minimo, e la noiosa operazione per introdurre il cibo privo di ogni qualità appetibile. Infatti essendosi la stenosi nel nostro paziente stabilita a poco a poco, anche lo stomaco andò a poco a poco rimpicciolendosi come fu trovato al momento dell'operazione: per cui da principio incominciò coll'introdurre soli 300 gr. di latte. Poi andò aumentando fino a raggiungere i tre litri di latte, 10 uova e la minestra di pantrito suddescritti. Contemporaneamente l'individuo andò rapidamente crescendo in peso, e raggiunto il peso primitivo, diminuì la quantità del cibo introdotto. Ma non di molto poichè continuò ad introdurre ancora circa 3000 calorie e più di 100 gr. di albumina, dieta che corrisponde perfettamente a quella che fu da Voit e Moleschott stabilita come dieta normale del medio lavoratore, ovvero di un individuo in cui l'età, il peso e l'occupazione siano come nel nostro paziente. La quale dieta devesi ritenere corrisponda ad un vero

bisogno organico, non adulterato da alcuna sensazione piacevole gustativa ed olfattiva, il che comprova in modo inopinato ciò che sull'argomento della dieta abbiamo sostenuto già nei nostri precedenti lavori. Tale era la quantità della dieta ingerita dal nostro paziente, la quale veniva perfettamente digerita, in modo rapido e con andamento normale. Ciò devesi attribuire in gran parte alla sua composizione rispondente ad ogni esigenza fisiologica in riguardo ad una perfetta digestione gastrica.

Infatti il paziente preparava i suoi pasti, in quello della mattina sciogliendo le uova nel latte, negli altri due cuocendo il pane nel brodo. Ora il latte e il brodo secondo Pawlow sono quasi gli unici alimenti che introdotti per la fistola nello stomaco dell'animale, a sua insaputa, possano provocare da soli una completa digestione gastrica: sono come dice questo autore degli eccitanti chimici immediati. Il pane è poi l'alimento che fra tutti produce la maggior quantità di succo gastrico e che possiede la forza digestiva più grande Il Pawlow per ottenere negli animali a vago sezionato la digestione degli alimenti solidi, introduceva precedentemente nella fistola del brodo affine di provocare la secrezione del succo gastrico. Si aggiunga poi che l'alcool venne considerato da Claude Bernard come potente eccitatore della secrezione digestiva, ciò che fu confermato nel lavoro pubblicato in queste Memorie sul valore alimentare del vino (1). Per cui crediamo che la dieta preparata nel modo usato dal nostro paziente, sia consigliabile nei casi in cui si debba ricorrere alla alimentazione colla sonda gastrica.

Riassumendo gli ammaestramenti che dal caso risultano, diremo che la necessità del cibo nella quantità e qualità può essere giustamente regolata dalla cenestesi, dal bisogno della cellula, indipendentemente da qualsiasi sensazione gustativa ed impressione psichica:

che il cibo trovato sufficiente dal nostro paziente per soddisfare i bisogni fisiologici corrisponde quasi esattamente alla razione stabilita da Voit e Moleschott come caratteristica per il medio lavoratore:

che i vari alimenti, per le loro proprietà plastiche nutritive e nervine, provocavano nell'individuo modificazioni della cenestesi generale:

che il processo digestivo ed assimilativo procedeva regolarmente: tutto l'acido del succo gastrico si fissava sul cibo introdotto comparendo solo alla fine della digestione acido libero:

che le sensazioni di fame e di sete si estinguevano perfettamente colla diretta introduzione dei cibi e delle bevande nello stomaco.

(I) Albertoni e Rossi Sul valore alimentare del vino, S. VI, T. V, 1908-09.

Determinazione di Latitudine astronomica eseguita a MONTELURO (Pesaro)

NOTA

DEL

Prof. FEDERIGO GUARDUCCI

letta nell' 11ª Sessione del 19 Maggio 1912

La presente pubblicazione fa seguito ad altre dello stesso genere destinate a portare un contributo allo studio della forma del geoide terrestre nell' Italia centrale mediante i confronti fra i valori astronomici direttamente osservati delle latitudini e degli azimut nei diversi punti geodetici di 1° ordine della rete cogli analoghi valori ellissoidici dedotti col calcolo e provenienti da un punto nel quale si suppone che la normale ellissoidica coincida con quella geoidica, punto pel quale, per ora, in via provvisoria ed in attesa che siano fissate le coordinate astronomiche dal punto di M. Mario (Roma) è stato assunto l'Osservatorio della R. Marina a Genova.

Come si vede dal quadro riassuntivo annesso, i valori ottenuti, per quanto le osservazioni siano state alquanto contrastate dalle condizioni atmosferiche, presentano un'errore medio della media dell' ordine degli errori di osservazione (e forse anche minore) per cui essi si possono ritenere come completamente soddisfacenti.

Questo valore astronomico ottenuto per la latitudine, il quale differisce in più di circa 16″, 5 dall' analogo valore ellissoidico, concorre, colle altre determinazioni eseguite in altri punti, a stabilire la depressione del geoide terrestre rispetto all' Ellissoide di Bessel nella regione marchigiana-romagnola, e ciò in completo accordo con analoghi risultati ottenuti da osservazioni eseguite lungo il meridiano di Roma dal Ch.mo Prof. V. Reina e pubblicate per cura della R. Commissione Geodetica Italiana.

Bologna, 16 Maggio 1912.

Osservazioni di latitudine eseguite a Monteluro (Pesaro) - (Altitudine 296^{m}.66).

Num. d'ord.	Data	Stelle osservate	Declinazioni	Letture zenitali (corr. della inclinaz.)	Rifrazione	Latitud. risultata	Lettura dello zenit (di controllo)	Scostam. v	vv
	1910		° ′ ″	° ′ ″	″				
1	13 Agosto	α Cephei . . .	62. 12. 17. 3	18. 16. 38. 1	18. 1	° ′ ″	° ′ ″	″	″
		I Pegasi . . .	19. 25. 16. 2	24. 28. 28. 4	25. 1	43. 54. 45. 4	359. 59. 24. 3	— 0. 6	0. 36
2	»	β Cephei . . .	70. 09. 59. 3	26. 14. 11. 5	27. 0				
		ε Pegasi. . . .	9. 27. 51. 6	34. 25. 39. 4	37. 7	» 44. 7	» 24. 0	— 1. 3	1. 69
3	»	20 Cephei . .	62. 20. 49. 5	18. 25. 04. 5	18. 3				
		θ Pegasi . . .	5. 45. 26. 5	38. 07. 58. 7	40. 7	» 46. 3	» 19. 1	+ 0. 3	0. 09
4	»	30 Cephei . .	63. 07. 00. 5	19. 11. 08. 8	19. 0				
		λ Pegasi . . .	23. 05. 38. 2	20. 48. 05. 1	20. 8	» 48. 4	» 15. 7	+ 2. 4	5. 76
5	»	χ Piscium . .	0. 45. 58. 3	43. 07. 19. 6	51. 4				
		8213 B A. C	86. 48. 35. 7	42. 52. 23. 6	50. 8	» 45. 3	» 23. 9	— 0. 7	0. 49
6	»	14 Piscium .	— 1. 44. 27. 5	45. 37. 39. 2	55. 9				
		γ Cephei . . .	77. 07. 45. 1	33. 11. 48. 3	36. 0	» 44. 2	» 23. 4	— 1. 8	3. 24
7	»	41 A Cephei.	67. 18. 22. 5	23. 22. 34. 6	23. 7				
		84 ψ Pegasi .	24. 38. 35. 3	19. 15. 10. 4	19. 2	» 44. 5	» 20. 4	— 1. 5	2. 25
8	»	44 Piscium .	1. 26. 42. 5	42. 26. 39. 5	50. 2				
		κ Cassiopeae .	62. 26 04. 4	18. 30. 24. 3	18 3	» 47. 0	» 25. 2	+ 1. 0	1. 00
9	»	ζ Andromadae	23. 46. 47. 4	20. 07. 04. 0	20. 1				
		[Br 82]	63. 45. 24. 7	19. 49. 39. 2	19. 7	» 48. 6	» 22. 9	+ 2. 6	6. 76
10	»	υ Piscium . .	26. 47. 35. 1	17. 06. 14. 5	16. 8				
		ψ Cassiopeae.	67. 39. 33. 4	23. 43. 42. 6	24. 1	» 46. 4	» 19. 9	+ 0. 4	0. 16
11	»	ε Cassiopeae .	63. 13. 33. 9	19. 17. 52. 1	19. 2				
		9 λ Arietis. .	23. 09. 34. 3	20. 44. 11. 4	20. 7	» 44. 5	» 21. 9	— 1. 5	2. 25
12	14 Agosto	35 Draconis .	76. 58. 41. 3	33. 03. 14. 5	35. 6				
		67 Ophiuchi .	2. 56. 08. 2	40. 57. 53 4	47. 2	» 45. 0	359. 59. 53. 8	— 1. 0	1. 00
13	»	p' Ophiuchi. .	2. 31. 11. 8	41. 22. 43. 8	47. 7				
		24 Ursae min.	86. 59. 53. 0	43. 04. 09. 1	50. 5	» 48. 3	» 55 0	+ 2. 3	5. 29
14	»	ν Draconis . .	71. 10. 46. 0	27. 15. 25. 1	28. 1				
		ζ Aquilae . .	13. 43. 49. 6	30. 10. 18. 8	31. 5	» 46. 8	» 53 1	+ 0. 8	0. 64
15	»	τ Draconis . .	73. 11. 27. 4	29. 16. 20. 2	30. 5				
		6 Aquilae . .	11. 45. 09. 8	32. 08. 57. 5	34. 2	» 44. 1	» 57. 6	— 1. 9	3. 61
16	»	8 ζ Sagittae .	13. 55. 03. 4	24. 59. 11. 8	25. 6				
		ε Draconis . .	70. 02. 26. 5	26. 07. 06. 6	27. 0	» 46. 8	» 54. 0	+ 0. 8	0. 64
17	»	κ Cephei . . .	77. 26. 32. 6	33. 31. 12. 5	36. 3				
		ε Delphini . .	10. 59. 55. 5	32. 54. 14. 2	35. 4	» 44. 4	0 .00. 00. 6	— 1. 6	2. 56
18	»	73 Draconis .	74. 38. 52. 0	30. 43. 35. 4	32. 5				
		α Delphini . .	15. 35. 45. 7	28. 18. 35. 3	29. 5	» 47. 3	» 03. 2	+ 1 3	1. 69
19	»	α Cephei . . .	62. 12. 19. 2	18. 17. 15. 8	18. 1				
		I Pegasi . . .	19. 25. 16. 2	24. 29. 08. 8	25. 0	» 47. 6	» 04. 3	+ 1. 6	2. 56
20	»	μ Cephei . . .	70. 09. 59. 3	26. 14. 50. 6	27. 1				
		ε Pegasi . . .	9. 27. 51. 7	34. 26. 17. 1	37 7	» 44. 0	» 02. 4	— 2. 0	4. 00
									46. 04

Valore medio . . . . . = 43. 54. 46. 0

Riduzione al punto geodetico (asse camp. nuovo) + 0. 7

$$m = \pm\sqrt{\frac{[vv]}{20\times 19}} = \pm 0''.35$$

Latitudine del punto geodetico di Monteluro (id. id. id.) = 43 54. 46. 7 ± 0″. 35 { all' infuori della riduz. al polo medio }

OSSERVAZIONI METEOROLOGICHE

FATTE DURANTE L' ANNO 1911

NELL'OSSERVATORIO DELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

MEMORIA

DEL

PROF. MICHELE RAJNA

E DELL'ASTRONOMO RINALDO PIRAZZOLI

(letta nell'adunanza del 26 Maggio 1912).

Avvertenze generali.

Le osservazioni prescritte dal R. Ufficio centrale di Meteorologia e Geodinamica, e di cui qui si presentano i risultati, sono quelle delle ore 9, 15 e 21 di ciascun giorno. Non si riportano, invece, i risultati dell'altra osservazione che si fa ogni mattina alle ore 7 che serve per il telegramma da spedirsi al predetto Ufficio.

L'altezza barometrica si legge sempre a un barometro Fortin, cui si applica la correzione costante + 0^{mm}, 46, determinata anni addietro per cura dell'Ufficio centrale. Il pozzetto del barometro si trova a m. 83,8 di altitudine sul livello del mare (1).

La temperatura dell'aria si legge sul termometro asciutto di un psicrometro di August e le temperature estreme su termometri a massima e a minima. I termometri sono collocati sopra la banchina di una gabbia meteorica formata di persiane di legno ed esposta a nord. Il piano della banchina si trova all'altezza di m. 90,81 sul livello del mare. Le altezze dei bulbi dei termometri sopra il piano della banchina sono le seguenti: per il termometro a minima m. 0,26; per il termometro a massima m. 0,41; per il psicrometro m. 0,33.

La quantità della precipitazione si ottiene in millimetri di acqua mediante il pluviometro registratore di Fuess, provvisto di un sistema di riscaldamento ad immersione per

(1) Da misure dirette prese nell'anno 1904 risulta che il pozzetto del barometro si trova m. 28,76 di altezza sul caposaldo della livellazione di precisione situato alla base della torre dell'Osservatorio, sulla facciata esposta a sud-ovest. Tale caposaldo è elevato di m. 2,65 sul suolo, ed ha la quota di m. 55,066 sopra il livello medio del mare a Genova, secondo una cortese comunicazione dell'Istituto geografico militare. Quindi il pozzetto del barometro ha l'altezza di m. 55,07 + 28,76 = m. 83,83 sul livello del mare.

ottenere la fusione della neve. A questo sistema di riscaldamento è innestato un termometro, il quale permette di verificare che il liquido riscaldato non raggiunga una temperatura troppo elevata da alterare per evaporazione la quantità di acqua caduta. Il pluviometro è collocato nel punto più elevato della torre ed ha l'apertura libera superiore a un'altezza di m. 49,20 sul suolo e di m. 101,62 sul livello del mare.

La tensione del vapore acqueo e l'umidità relativa si determinano con l'anzidetto psicrometro di August provvisto di ventilatore a palette, del solito modello adottato in Italia.

L'apprezzamento della nebulosità si fa stimando ad occhio, in ciascuna osservazione, quanti decimi di cielo sono ricoperti dalle nubi.

La provenienza del vento si desume dalla direzione della banderuola di un anemoscopio. Per la velocità si prende la media giornaliera dei chilometri indicati da un'anemometro di Fuess a registrazione elettrica. Tanto la banderuola dell'anemoscopio, come il mulinello a coppe dell'anemometro sono situati sulla sommità della torre a 49 metri e ½ di altezza sul suolo.

L'evaporazione dell'acqua si misura ogni giorno alla sola osservazione delle ore 15 nell'evaporimetro posto nella gabbia meteorica e quindi protetto dai raggi solari e dalle precipitazioni.

Oltre agli apparecchi ora descritti vi sono tre registratori di Richard, un barografo, un termografo e un igrografo, i quali con le loro registrazioni continue servono di complemento alle osservazioni dirette

Riassunto dei quadri mensili.

Barometro

Le indicazioni barometriche dell'anno non raggiunsero altezze molto considerevoli, ne depressioni eccezionali; i valori estremi osservati furono: il massimo mm. 769,5, il giorno 17 gennaio; il minimo mm 732,6, il giorno 19 novembre. Il primo avvenne in un periodo di tempo generalmente sereno, asciutto, freddo, con poca agitazione atmosferica; il secondo invece con cielo coperto, molta umidità, pioggia e colpi di vento forte del terzo quadrante. Nell'intervallo di questi due valori si verificarono numerose oscillazioni a corto periodo, fra le quali specialmente sono degne di nota quella dal 4 al 22 aprile con una escursione barometrica di mm. 27,7 e l'altra dal 19 al 29 novembre con una escursione di mm. 32,3.

La media pressione annua risultò di mm. 755,3, cioè più che 1 millimetro superiore al corrispondente valore normale e più che 2 millimetri superiore alla media dell'anno precedente. Le medie mensili più elevate furono quelle di gennaio e di febbraio con

mm. 759,5 e mm. 759,7 rispettivamente, e durante questi due mesi si ebbero molte giornate con cielo sereno. Le medie mensili più basse furono quelle di aprile: mm. 752,6, e di maggio mm. 751,7, con predominio di cielo nuvoloso o coperto, specialmente l'ultimo mese, e con abbondanti precipitazioni.

Temperatura

La temperatura media dell'anno superò di 2 decimi di grado la corrispondente media normale, risultando eguale a 13°, 8.

La massima temperatura osservata fu di 34°, 2 il giorno 28 luglio, alquanto tardiva rispetto all'epoca normale; e così pure risultò tardiva la minima di tutto l'anno, — 3°, 6 il giorno 1 febbraio. Tanto i freddi invernali che i calori estivi non furono molto intensi, ma per compenso alquanto prolungati, essendo risultate le medie di gennaio e di febbraio di soli 1°, 7 e 2°, 8 rispettivamente, e le medie di luglio e di agosto di 24°, 9 e di 25°, 6, valore quest'ultimo superiore fra tutte le altre medie mensili, e superiore pure di 4 decimi di grado del più elevato fra i valori normali delle medie mensili.

Precipitazioni

Nei 93 giorni in cui si ebbero precipitazioni di valore calcolabile, si misurarono mm. 623,4 di acqua, quantità che non supera di molto la quantità ordinaria per Bologna. Il mese di maggio si distinse sensibilmente su ciascuno degli altri mesi, sì per numero di giornate piovose (16), che per quantità di pioggia (mm. 120,8); febbraio invece ebbe un solo giorno, il 13, con precipitazione e la minor quantità mensile di acqua, mm. 1.6; breve interruzione al lungo periodo senza altra caduta di acqua che decorse dal giorno 8 gennaio al giorno 13 marzo inclusivi.

Fra i giorni con precipitazione sono comprese anche le nevicate, e cioè: Il giorno 3 gennaio cm. 9; il 4 gennaio poca neve mista a pioggia; il 5 gennaio cm. 9; il 6 gennaio poca neve incalcolabile; il giorno 8 aprile cm. 2, e il 25 dicembre cm. 3.

Inoltre si ebbero i seguenti temporali locali:

1.° Il 30 marzo con tuoni prolungati, alquanto forti e frequenti fra le ore 14 e le 16, con una fragorosa scarica elettrica, alcuni chicchi di grandine minuta misti alla pioggia, e con vento moderato vario.

2.° Il giorno 8 maggio fra le ore 14 e 19 con scariche elettriche alquanto intense, con acquazzoni torrenziali molto abbondanti in tre riprese, alcuni chicchi di grandine minuta e colpi di vento forte di SE.

3.° Il 3 giugno fra le ore 14 e le 16 con tuoni deboli e prolungati, acquazzoni intermittenti e colpi di vento forte.

4.° Il 20 luglio fra le ore 3 e le 5 con tuoni prolungati quasi continui, alcune scariche elettriche intense e secche precedute da lampi abbaglianti a zig-zag, pioggia violenta torrenziale e vento meridionale moderato.

5.° Il giorno 1 agosto fra 1 ora e le 2 con debole attività elettrica, breve e scarsa

pioggia e alcuni colpi di vento forte del terzo quadrante.

6.° Il 13 agosto fra l'ora 0 e le 2 con tuoni deboli e prolungati, pioggia ordinaria e vento moderato del terzo quadrante.

7.° Il 24 agosto fra le 8 e le 10 con debolissima attività elettrica, poca pioggia e quasi calma di vento.

8.° Il 15 settembre fra le 6 e le 12 con scariche elettriche frequenti e talvolta molto intense, pioggia forte e vento moderato del terzo quadrante.

9.° Il 10 ottobre fra le 2 e le 3 con lampi e tuoni frequenti e deboli, forte acquazzone e vento debole di ponente.

10.° Il 10 novembre fra le 17 e le 18 con lampi e tuoni intensi, pioggia piuttosto forte e vento moderato del quarto quadrante.

Tensione del vapore acqueo

La media annua della tensione del vapore d'acqua nell'atmosfera fu di mm. 8,5. valore questo alquanto elevato e superiore al corrispondente normale. I valori medî mensili risultarono molto regolari, cioè costantemente crescenti da gennaio ad agosto e costantemente decrescenti da agosto a dicembre, e seguirono l'andamento dei corrispondenti medi mensili della temperatura, manifestandosi anche per la tensione un ritardo rispetto al valor medio mensile più elevato, che fu quello di agosto con mm. 13,7.

Il massimo valore osservato fu di mm. 19,9 il 6 agosto, ed il minimo fu di mm. 1,7 il 27 febbraio.

Umidità relativa

L'umidità relativa media dell'anno risultò di 67 centesimi. Le medie mensili furono alquanto irregolari. Quella di gennaio, 70 centesimi, e di febbraio, 72 centesimi, furono inferiori alle corrispondenti normali, e ciò in pieno accordo col lungo periodo di scarsa nebulosità e privo di precipitazioni che si verificò in questi mesi. Per contrario la media umidità di maggio, 71 centesimi, fu relativamente alta, riuscendo superiore di 11 centesimi a quella del mese precedente, ed in maggio, come si è visto, si ebbe il maggior numero di giornate piovose e la maggior quantità di pioggia. La minima umidità relativa osservata fu di 16 centesimi il giorno 27 febbraio alle ore 15, con cielo sereno e vento moderato intorno a ponente,

Nebulosità

La nebulosità si considera, secondo l'uso stabilito, in decimi di cielo coperto da nubi, e si chiamano giorni sereni quelli nei quali la somma della nebulosità delle tre osservazioni giornaliere non fu superiore a 3; giorni misti quando tale somma rimase compresa fra 4 e 26, e giorni coperti quando risultò superiore a 26.

Il numero totale di giorni sereni fu eguale a 102, cioè quasi il doppio dell'anno pre-

cedente; i giorni misti furono 185; i giorni coperti 78. Il maggior numero di giornate serene fu in gennaio, che ne ebbe 17; poi luglio e settembre con 16 per ciascuno. In maggio invece non si ebbe alcun giorno sereno, ma il cielo si mantenne sempre nuvoloso, o coperto, o piovoso.

Il valore medio della nebulosità dell'anno risultò eguale a 5.

Provenienza e velocità del vento

La direzione del vento fu notata solo 854 volte, poichè nelle rimanenti 241 osservazioni l'anemometro indicava la calma assoluta.

I venti dominanti furono quelli di ponente o intorno a ponente, specialmente in gennaio e febbraio; i meno frequenti furono quelli di levante, osservati in tutto solo 37 volte. Esprimendo in centesimi il rapporto del numero delle volte in cui il vento spirò dalle singole provenienze al numero totale delle volte in cui se ne osservò la provenienza, risulta:

N = 7; NE = 6; E = 4; SE = 9; S = 11; SW = 17; W = 37; NW = 9.

La media oraria della velocità del vento in tutto l'anno fu di Km. 6. Le medie mensili in generale non si allontanarono molto da questa; la maggiore fu quella di aprile, Km. 11, nel qual mese si ebbe qualche giornata di vento forte del terzo quadrante. In generale la velocità del vento si mantenne debole, con intere giornate di calma, specialmente in ottobre e novembre.

Evaporazione

In tutto l'anno si misurarono mm. 1098,5 di evaporazione di acqua, quantità superiore di ben 50 millimetri a quella dell'anno precedente. La spiegazione di tale differenza si può riscontrare nel maggior numero di giornate con cielo libero da nubi, avute in quest'anno, nel grado generalmente basso di umidità relativa dell'aria e nel protrarsi prolungato dei calori estivi.

La media dell'evaporazione annua risultò di mm. 3,0. L'andamento delle medie mensili fu abbastanza regolare, cioè quasi sempre ascendente da gennaio a luglio, discendente da luglio a dicembre.

Quella del mese di maggio, mm. 2,7 fu relativamente bassa e sensibilmente inferiore a quella di aprile, e ciò perchè in maggio la nebulosità fu molto maggiore e l'agitazione dell'aria molto minore che in aprile.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

GENNAIO 1911 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	757,8	755,8	754,5	756,0	1,6	3,8	2,5	4,0	0,1	2,0		
2	750,4	746,8	746,0	747,7	0,2	2,6	1,4	2,7	— 0,2	1,0		
3	742,9	740,7	740,8	741,5	2,2	1,9	2,0	2,9	0,3	1,8	31,1	pioggia e neve
4	745,8	746,6	747,3	746,6	1,2	1,4	1,3	2,3	0,1	1,2	1,8	pioggia e neve
5	749,6	750,8	753,5	751,3	1,3	2,1	1,7	2,4	0,7	1,5	11,9	neve
6	758,9	759,3	760,6	759,6	2,0	2,2	2,1	2,8	1,4	2,1	0,4	pioggia e neve
7	763,0	763,2	763,9	763,4	3,0	4,0	3,3	4,1	1,8	3,0	0,6	pioggia
8	766,0	766,2	767,0	766,4	2,0	4,3	2,7	4,5	1,7	2,7		
9	767,3	765,4	764,7	765,8	2,2	3,5	1,8	3,7	— 0,3	1,8		
10	759,9	757,1	758,2	758,4	0,2	2,6	2,0	2,8	— 0,2	1,2		
11	760,2	758,3	756,3	758,3	1,4	2,9	1,5	3,2	0,1	1,6		
12	750,4	748,2	748,3	749,0	0,0	0,1	— 0,9	1,5	— 1,4	— 0,2		
13	750,2	751,3	752,6	751,4	— 0,8	0,4	0,7	0,7	— 2,9	— 0,8		
14	756,0	757,4	759,2	757,5	— 1,2	1,0	0,6	1,5	— 0,9	0,2		
15	760,9	761,1	762,9	761,6	1,0	1,4	— 0,4	1,6	— 0,4	0,4		
16	765,5	765,4	766,5	765,8	— 0,2	0,8	— 0,3	1,0	— 1,8	— 0,3		
17	768,9	768,8	769,5	769,1	1,1	2,7	0,8	2,9	— 0,4	1,1		
18	768,0	765,4	763,8	765,7	1,4	2,4	3,7	3,7	— 1,3	1,9		
19	760,9	760,5	761,4	760,9	0,2	5,0	3,7	5,7	0,2	2,4		
20	762,3	761,8	762,1	762,1	2,0	7,0	5,4	7,3	0,8	3,9		
21	762,0	761,2	761,7	761,6	2,4	5,2	3,6	6,3	2,4	3,7		
22	761,7	760,6	761,0	761,1	1,7	4,3	2,3	4,7	1,0	2,4		
23	762,4	762,9	763,8	763,0	0,4	3,0	1,4	3,2	— 1,0	1,0		
24	763,7	762,5	762,7	763,0	0,2	1,1	0,5	1,4	— 0,9	0,3		
25	763,7	763,6	764,1	763,8	0,4	2,0	0,4	2,4	— 0,1	0,8		
26	763,4	762,7	763,8	763,3	0,0	4,1	2,4	4,2	— 1,4	1,3		
27	764,4	763,0	763,0	763,5	3,0	7,0	5,4	7,4	0,6	4,1		
28	761,9	759,2	760,4	760,5	6,0	8,2	6,3	8,4	5,3	6,5		
29	760,1	758,5	757,0	758,8	3,0	5,5	4,7	7,4	2,3	4,4		
30	761,1	761,8	762,8	761,9	2,5	3,2	0,6	4,7	— 1,8	1,5		
31	765,6	766,5	767,8	766,6	— 0,2	— 0,7	— 1,9	0,9	— 2,2	— 0,8		
	759,9	759,1	759,6	759,5	1,3	3,1	2,0	3,6	0,1	1,7	45,8	

Altezza barometrica massima 769,5 (mm) g. 17
» » minima 740,7 » 3
» » media 759,5

Temperatura massima 8,4 (°) g. 28
» minima — 2,9 » 13
» media 1,7

Nebbia nei giorni 2, 4, 5, 6, 7, 23, 24, 25.
Brina nei giorni 13, 23, 26, 29.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^m,8)

GENNAIO 1911 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	9^h	15^h	21^h		mm.
1	2,9	3,3	2,1	3,1	56	54	57	56	0	0	0	NW	W	NW	4	3,7
2	3,6	3,2	3,8	3,5	79	59	74	71	10	8	10	S	S	SE	8	1,6
3	5,0	5,2	4,5	4,9	93	98	86	92	10	10	10	N	NE	W	8	1,4
4	4,8	4,9	4,8	4,8	96	96	94	95	10	10	10	W	W	W	6	0,6
5	4,6	4,6	4,7	4,6	91	86	91	89	10	10	10	NW	NW	NW	11	0,6
6	4,7	4,8	4,8	4,8	89	89	89	89	10	10	10	?	?	W	3	0,4
7	4,9	4,9	4,9	4,9	86	80	85	84	10	10	10	W	NW	W	7	0,8
8	4,4	4,3	3,9	4,2	82	69	70	74	2	0	0	NW	W	W	6	1,1
9	3,3	2,8	3,1	3,1	61	47	59	56	0	0	2	W	W	W	5	1,4
10	3,6	3,0	3,2	3,3	79	54	60	64	0	0	3	W	W	W	5	1,8
11	3,4	3,4	3,2	3,3	65	61	62	63	0	0	0	W	W	NW	6	1,8
12	3,4	2,4	3,0	2,9	74	59	69	67	0	0	0	SW	W	W	5	gelato
13	2,5	3,6	3,5	3,2	62	77	73	71	8	8	10	W	W	?	1	gelato
14	3,5	3,8	4,1	3,8	78	77	85	80	10	10	10	W	SW	W	5	gelato
15	4,0	3,8	3,0	3,6	81	74	66	74	10	10	0	W	W	SW	7	gelato
16	2,4	2,8	2,3	2,5	52	58	52	54	0	0	0	NW	W	W	11	gelato
17	3,4	3,0	3,5	3,3	69	54	72	65	0	0	0	W	NW	SW	8	gelato
18	3,8	3,2	2,6	3,2	74	58	43	58	4	2	0	W	SW	SW	6	gelato
19	3,1	3,5	3,6	3,4	67	54	60	60	2	0	0	NW	?	?	5	11,4[1]
20	3,4	3,5	4,0	3,6	64	47	60	57	0	0	0	NW	W	SW	3	2,0
21	3,6	3,8	4,0	3,8	65	57	67	63	0	0	0	W	W	?	3	2,3
22	4,0	3,4	4,1	3,8	76	53	75	68	0	0	0	SW	W	SW	2	1,6
23	4,0	2,7	3,8	3,5	83	43	74	67	0	0	0	?	W	?	1	1,6
24	3,6	3,7	4,0	3,8	79	74	83	79	10	10	10	?	NW	SW	1	gelato
25	3,9	3,6	3,8	3,8	81	71	80	77	10	0	0	W	NW	?	2	3,4[1]
26	2,8	3,1	3,6	3,2	60	50	65	58	0	2	0	W	W	?	3	2,3
27	4,3	3,6	4,2	4,0	76	48	63	62	0	0	0	SW	SW	W	3	1,7
28	5,1	5,3	5,1	5,2	73	65	70	70	0	0	0	W	W	SW	6	2,5
29	4,9	4,8	5,1	4,9	86	71	79	79	0	0	0	?	W	S	4	1,3
30	3,3	2,6	3,0	3,0	60	44	62	55	10	7	3	SW	SW	E	13	3,0
31	4,2	2,8	3,2	3,4	92	64	79	78	7	4	0	NE	NE	W	5	2,5
	3,8	3,7	3,8	3,8	75	64	71	70	4	4	3				5	1,6

Tens. del vapor acq. mass. $5,3^{mm}$ g. 28
» » » » min. 2,3 » 16
» » » » media 3,8

Umidità relativa mass. 98 g. 3
» » min. 43 » 18, 23
» » media 70

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	3	1	1	3	15	43	14

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 4

(1) Comprende anche l' evaporazione dei giorni precedenti in cui l' evaporimetro rimase gelato.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

FEBBRAIO 1911 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass min 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm.	°	°	°	°	°	°	mm.	
1	768, 1	765, 6	764, 8	766, 2	— 2, 0	1, 0	— 1, 2	1, 2	— 3, 6	— 1, 4		
2	765, 1	763, 6	760, 3	763, 0	— 2, 2	0, 6	— 0, 3	0, 8	— 3, 5	— 1, 3		
3	752, 8	753, 4	757, 2	754, 5	— 2, 0	1, 3	0, 8	1, 4	— 2, 9	— 0, 7		
4	763, 2	763, 2	762, 7	763, 0	— 0, 6	2, 5	1, 6	2, 8	— 1, 8	0, 5		
5	760, 1	757, 5	757, 0	758, 2	1, 0	4, 3	2, 7	4, 4	0, 1	2, 0		
6	759, 5	759, 4	761, 9	760, 3	— 0, 4	2, 7	2, 3	2, 8	— 2, 4	0, 6		
7	764, 4	763, 2	762, 7	763, 4	1, 0	3, 7	2, 0	4, 8	0, 1	2, 0		
8	759, 5	758, 1	760, 4	759, 3	— 1, 8	2, 4	0, 4	2, 7	— 2, 9	— 0, 4		
9	766, 1	765, 2	765, 8	765, 7	1, 2	3, 2	— 1, 0	3, 6	— 1, 2	0, 6		
10	766, 1	765, 0	765, 3	765, 5	— 2, 0	0, 1	0, 1	2, 8	— 2, 9	— 0, 5		
11	764, 3	763, 1	763, 5	763, 6	0, 8	2, 8	2, 1	3, 4	— 0, 5	1, 4		
12	764, 4	764, 1	764, 0	764, 2	1, 0	2, 6	1, 8	2, 8	0, 7	1, 6		
13	763, 5	763, 4	764, 7	763, 9	1, 2	1, 9	1, 0	2, 2	0, 9	1, 3	1, 6	pioggia
14	765, 0	765, 7	767, 1	765, 9	2, 8	3, 5	3, 6	3, 8	1, 0	2, 8		
15	767, 6	766, 9	767, 8	767, 4	2, 4	4, 7	2, 2	4, 9	2, 2	2, 9		
16	769, 3	768, 9	769, 1	769, 1	— 0, 3	0, 7	— 0, 2	2, 2	— 1, 8	0, 0		
17	765, 3	762, 0	760, 2	762, 5	— 1, 0	1, 0	0, 3	1, 2	— 1, 3	— 0, 2		
18	759, 0	756, 9	756, 2	757, 4	— 0, 6	2, 4	2, 0	2, 6	— 1, 0	0, 8		
19	754, 0	750, 4	749, 4	751, 3	1, 6	3, 9	2, 9	4, 2	1, 0	2, 4		
20	750, 6	751, 2	754, 0	751, 9	3, 0	2, 8	0, 9	3, 5	0, 9	2 1		
21	756, 1	757, 1	758, 0	757, 1	5, 2	11, 3	8, 4	11, 4	— 1, 0	6, 0		
22	760, 8	759, 1	759, 7	759, 9	3, 0	10, 0	7, 9	10, 5	2, 1	5, 9		
23	760, 2	758, 4	757, 0	758, 5	4, 6	10, 4	8, 2	10, 6	3, 4	6, 7		
24	750, 9	748, 1	749, 6	749, 5	5, 2	10, 0	8, 8	10, 7	5, 0	7, 4		
25	754, 1	752, 8	751, 8	752, 9	9, 2	13, 3	11, 3	13, 4	6, 8	10, 2		
26	750, 4	744, 1	746, 8	747, 1	9, 5	16, 6	10, 7	16, 8	8, 1	11, 3		
27	753, 5	752, 9	754, 5	753, 6	7, 0	11, 4	8, 5	11, 5	4, 8	8, 0		
28	757, 4	756, 7	756, 5	756, 9	5, 4	11, 0	6, 9	11, 3	3, 8	6, 8		
	760, 4	759, 1	759, 6	759, 7	1, 9	5, 1	3, 4	5, 5	0, 5	2, 8	1, 6	

Altezza barometrica massima 769,3 (mm) g. 16
» » minima 744, 1 » 26
» » media 759, 7

Temperatura massima 16,8 (°) g. 26
» minima — 3, 6 » 1
» media 2, 8

Nebbia nei giorni 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 24.
Brina nei giorni 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 16, 17, 18, 21.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

FEBBRAIO 1911 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		
																mm
1	2,5	8,1	2,9	2,8	63	61	69	64	0	0	0	W	W	W	3	gelato
2	2,8	3,1	3,5	3,1	71	63	78	71	0	0	8	?	W	W	2	gelato
3	3,8	3,4	3,5	3,6	96	67	72	78	6	0	0	?	W	S	1	gelato
4	3,4	3,3	4,0	3,6	77	60	79	72	0	0	0	W	W	S	6	gelato
5	4,0	3,2	3,3	3,5	81	51	59	64	0	6	0	SW	SW	?	5	gelato
6	4,0	3,9	4,0	4,0	89	70	73	77	5	10	10	W	W	W	2	gelato
7	4,2	3,7	3,6	3,8	85	62	67	71	0	0	10	?	W	?	3	10,9(1)
8	3,2	3,6	3,7	3,5	79	65	79	74	7	0	6	NW	NW	NE	4	gelato
9	3,8	2,4	3,3	3,2	75	42	77	65	0	0	0	S	S	SW	19	gelato
10	3,1	3,6	3,9	3,5	77	76	85	79	2	10	9	?	W	W	3	5,5(1)
11	4,0	3,5	3,5	3,7	81	62	66	70	7	6	10	?	W	W	2	1,4
12	3,9	3,4	3,7	3,7	80	62	71	71	10	10	10	W	W	W	1	1,7
13	4,6	4,4	4,8	4,6	92	84	96	91	10	10	10	?	W	W	4	1,0
14	5,2	5,8	5,5	5,5	93	98	93	95	10	10	10	W	W	?	5	0,7
15	4,9	5,4	4,4	4,9	89	84	82	85	0	6	8	?	?	W	2	0,6
16	4,2	4,4	4,4	4,3	94	90	96	93	10	10	10	W	?	W	2	gelato
17	4,0	4,0	4,6	4,2	94	81	98	91	10	10	10	W	?	S	4	gelato
18	4,3	5,3	5,1	4,9	98	96	96	97	10	10	10	NW	N	?	3	gelato
19	5,0	5,8	5,4	5,4	96	95	97	96	10	10	10	SW	3W	W	5	2,5(1)
20	5,5	5,2	4,6	5,1	97	93	94	95	10	10	10	W	W	W	4	0,8
21	2,6	2,4	2,5	2,5	40	24	30	31	0	0	0	SW	SW	SW	8	3,3
22	3,8	3,6	4,4	3,9	66	40	55	54	3	0	0	?	W	SW	6	3,7
23	4,5	6,6	6,6	5,9	71	70	81	74	3	0	10	?	NW	W	2	1,6
24	5,6	6,8	6,4	6,3	84	74	76	78	10	0	0	W	W	W	5	1,7
25	3,8	3,1	4,3	3,7	44	27	42	38	2	5	10	NW	W	W	8	4,5
26	4,9	5,2	6,0	5,4	55	37	63	52	0	0	0	W	SW	SW	10	3,7
27	3,0	1,7	3,8	2,8	40	16	46	34	0	0	0	SW	NW	W	14	6,8
28	3,3	3,4	4,6	3,8	49	51	61	54	0	0	0	E	E	E	10	4,4
	4,0	4,0	4,3	4,1	77	64	74	72	4	4	6				5	2,0

Tens. del vapor acq. mass. 6,8 mm g. 24
» » » » min. 1,7 » 27
» » » » media 4,1

Umidità relativa mass. 98 g. 14, 17, 18
» » min. 16 » 27
» » media 72

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	1	3	0	5	12	40	6

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 5

(1) Comprende anche l'evaporazione dei giorni precedenti in cui l'evaporimento rimase gelato.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m,8)

MARZO 1911 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	755,9	754,6	756,4	755,6	6,0	11,9	9,3	12,1	3,8	7,8		
2	763,5	762,5	759,8	761,9	5,8	11,4	9,4	11,9	5,7	8,2		
3	757,3	756,3	756,4	756,7	9,0	13,6	10,7	13,7	7,5	10,2		
4	758,3	757,0	756,4	757,2	7,4	11,2	7,3	11,4	5,6	7,9		
5	754,0	751,7	751,5	752,4	5,0	11,5	9,3	12,0	3,2	7,4		
6	751,6	750,0	751,0	750,9	6,4	11,2	7,4	11,6	5,0	7,6		
7	753,5	753,2	753,9	753,5	5,0	10,3	7,0	10,4	3,8	6,6		
8	755,0	753,2	754,0	754,1	5,0	10,2	6,6	10,3	2,3	6,0		
9	756,0	755,6	756,8	756,1	5,8	10,2	7,5	10,2	2,1	6,4		
10	758,2	757,6	758,0	757,9	6,2	9,2	7,4	9,4	6,0	7,2		
11	756,8	755,3	755,3	755,8	5,6	9,6	7,0	9,9	3,6	6,5		
12	755,0	753,2	752,4	753,5	6,2	11,0	8,3	11,2	3,5	7,3		
13	748,8	745,5	743,0	745,8	9,4	12,0	10,7	12,2	7,0	9,8		
14	743,1	742,4	740,6	742,0	8,0	9,1	6,3	10,7	6,3	7,8	5,8	pioggia
15	740,9	742,2	744,1	742,4	5,0	7,5	5,8	7,5	3,0	5,3	6,4	pioggia
16	747,6	748,9	749,8	748,8	6,4	5,6	5,4	9,2	3,6	6,2	6,3	pioggia
17	751,6	751,6	753,6	752,3	4,8	7,6	6,2	7,8	3,4	5,6	4,8	pioggia
18	755,9	755,4	755,8	755,7	6,0	9,6	7,4	10,2	4,6	7,0		
19	756,0	755,0	755,2	755,4	7,4	11,3	8,4	11,5	6,0	8,3		
20	754,5	753,5	754,2	754,1	8,2	9,2	8,4	9,3	7,9	8,4	10,3	pioggia
21	756,7	756,6	756,8	756,7	7,2	8,7	7,7	8,8	6,5	7,6		
22	756,0	755,0	755,0	755,3	8,0	9.7	9,8	9,8	7,5	8.8	1,7	pioggia
23	754,0	752,9	752,6	753,2	10,2	11,9	10,8	12,2	9,3	10,6	3,8	pioggia
24	750,3	748,6	747,2	748,7	9,8	11,1	10,6	11,3	9,4	10,3	4,4	pioggia
25	742,5	740,5	740,4	741,1	10,6	11,7	10,4	13,0	8,5	10,6	9,9	pioggia
26	742,1	744,4	749,5	745,3	12,0	12,8	9,0	13,3	9,0	10,8	0,6	pioggia
27	756,0	755,8	756,5	756,1	7,0	9,6	9,0	9,8	6,7	8,1		
28	757,0	755,7	755,6	756,1	7,0	9,5	9,4	9,7	6,2	8,1		
29	754,3	752,1	751,8	752,7	9,2	10,4	10,5	10,5	8,6	9,7	1,6	pioggia
30	751,9	752,4	754,6	753,0	10,8	12,5	10,9	14,2	9,0	11,2	10,2	pioggia e grand.
31	756,3	755,8	755,9	756,0	10,6	14,4	13,1	15,0	10,2	12,2	0,3	pioggia
	753,2	752,4	752,7	752,8	7,5	10,5	8,6	11,0	6,0	8,2	66,1	

Altezza barometrica massima 763,5 (mm) g. 2
» » minima 740,4 » 25
» » media 752,8

Temperatura massima 15,4 (°) g. 31
» minima 2,1 » 9
» media 8,2

Nebbia nei giorni 10, 11, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 31.
Brina nei giorni 5, 7, 8, 9, 12.
Temporale nel giorno 30.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^m,8)

MARZO 1911 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	9^h	15^h	21^h		mm
1	4,1	4,4	5,2	4,6	59	42	60	54	8	4	7	NW	NW	N	3	3,0
2	5,2	5,3	5,0	5,2	76	53	56	62	10	2	8	NW	NW	SW	2	2,3
3	4,1	4,9	3,2	4,1	48	42	33	41	6	0	0	NW	W	W	12	4,8
4	4,9	3,7	4,1	4,2	63	37	54	51	2	4	0	?	NE	SE	12	4,1
5	3,3	3,7	3,8	3,6	47	37	43	42	0	0	0	NW	NW	W	4	2,9
6	3,5	5,2	5,0	4,6	62	52	67	60	0	0	0	NW	W	S	6	2,7
7	5,1	3,4	3,3	3,9	78	36	44	53	8	1	0	W	E	S	7	2,0
8	4,1	4,1	4,5	4,2	63	44	62	56	0	0	0	?	N	SE	5	2,2
9	5,0	5,0	5,9	5,3	73	54	76	68	2	9	8	?	NE	E	8	2,0
10	6,0	6,0	5,8	5,9	85	69	76	77	10	8	4	?	SW	E	2	1,5
11	6,0	4,4	4,8	5,1	88	49	64	67	10	0	0	?	N	E	1	1,3
12	5,2	3,5	5,2	4,6	59	35	63	52	0	0	0	W	E	SW	4	2,0
13	5,0	4,8	5,3	5,0	56	46	55	52	8	7	6	SW	S	S	22	2,4
14	6,4	6,0	6,0	6,1	80	70	83	78	0	10	10	W	N	W	8	1,7
15	4,7	4,9	4,2	4,6	72	63	61	65	10	8	2	SW	SW	S	13	1,3
16	4,9	5,8	5,3	5,3	68	85	77	77	8	6	10	S	W	SW	9	1,4
17	5,2	5,8	5,2	5,4	81	75	73	76	9	10	0	SE	E	W	10	1,0
18	5,3	5,1	5,6	5,3	76	57	73	69	8	5	2	SW	W	SE	6	1,3
19	5,5	5,5	6,9	6,0	71	55	83	70	8	6	8	?	NE	SE	5	1,7
20	7,4	7,8	7,4	7,5	92	89	90	90	10	10	10	SE	SE	W	11	1,0
21	6,9	7,4	7,8	7,4	91	87	99	92	10	10	10	W	W	W	7	1,2
22	7,8	8,6	8,9	8,4	97	96	99	97	10	10	10	NW	W	N	3	0,7
23	8,3	8,3	9,7	8,8	90	79	90	86	10	10	10	SE	NE	?	6	0,7
24	8,6	8,8	8,3	8,6	95	89	87	90	10	10	10	W	?	S	2	0,9
25	7,4	8,1	7,5	7,7	77	79	80	79	10	7	5	SW	NE	S	16	1,1
26	6,5	5,6	4,5	5,5	62	51	52	55	5	4	6	SW	SW	N	21	2,4
27	5,6	5,3	6,2	5,7	74	59	72	68	10	10	10	N	SE	?	4	1,2
28	6,4	7,8	7,2	7,1	85	88	81	85	10	10	10	NW	W	E	4	1,5
29	8,2	8,9	9,2	8,8	95	95	97	96	10	10	10	W	N	NE	4	1,8
30	8,4	8,0	8,4	8,3	87	74	86	82	2	8	10	W	S	W	3	0,6
31	8,9	7,5	7,9	8,1	94	61	70	75	10	2	5	W	NW	W	5	1,8
	5,9	5,9	6,0	6,0	76	63	71	70	7	6	5				7	1,8

Tens. del vapor acq mass. 9,7 g. 23
» » » » min. 3,2 » 3
» » » » media 6,0

Umidità relativa mass. 99 g. 21, 22.
» » min. 33 » 3
» » media 70

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
8	6	7	9	9	11	23	11

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 6

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

APRILE 1911 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass min. 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	756,6	755,5	755,3	755,8	12,6	15,8	12,8	16,0	11,0	13,1		
2	754,1	752,1	750,4	752,2	10,2	12,4	11,4	12,8	8,7	10,8	1,4	pioggia
3	745,6	742,5	741,0	743,0	11,8	13,1	11,7	13,3	11,0	12,0	3,0	pioggia
4	736,5	742,8	744,9	741,4	9,4	4,8	5,6	11,7	4,5	7,8	17,1	pioggia
5	743,6	742,1	743,8	743,2	3,3	5,3	5,4	6,2	2,9	4,4	5,8	pioggia
6	749,2	750,0	752,2	750,5	4,8	7,2	6,6	7,7	3,1	5,6	7,2	pioggia
7	753,3	751,4	749,6	751,4	6,0	6,5	6,3	6,7	5,0	6,0	4,6	pioggia
8	746,7	747,7	751,2	748,5	1,4	4,2	4,1	6,3	1,2	3,2	31,1	pioggia e neve
9	751,7	750,2	749,9	750,6	5,6	10,4	7,3	11,0	3,6	6,9		
10	748,2	746,6	749,7	748,2	8,2	10,6	7,3	11,0	5,2	7,9		
11	753,6	753,8	754,9	754,1	6,8	10,0	7,8	10,4	5,4	7,6		
12	755,8	754,3	752,4	754,2	9,0	13,2	11,1	14,2	6,1	10,1		
13	748,3	748,5	752,2	749,7	10,0	13,6	9,3	14,3	8,6	10,6		
14	756,0	755,5	757,2	756,2	9,0	11,8	8,8	12,5	6,6	9,2		
15	759,2	758,2	758,7	758,7	9,8	15,3	13,0	16,1	5,4	11,1		
16	759,7	758,3	758,5	758,8	12,8	18,0	14,8	18,3	10,1	14,0		
17	758,3	756,9	757,4	757,5	14,6	18,1	13,4	18,6	10,7	14,3		
18	757,8	756,6	756,6	757,0	14,0	17,0	13,4	17,5	12,0	14,2		
19	757,0	754,9	754,4	755,4	11,5	16,4	12,9	16,7	8,5	12,4		
20	753,6	755,6	758,4	755,9	12,0	15,3	12,8	15,6	10,3	12,7	0,4	pioggia
21	761,9	762,7	762,6	762,4	15,0	20,0	18,2	21,9	12,3	16,8		
22	764,1	763,6	763,4	763,7	17,0	18,7	15,4	19,2	13,3	16,2		
23	761,0	757,8	757,1	758,6	16,4	20,6	18,3	21,4	14,3	17,6		
24	754,2	752,7	752,6	753,2	18,6	21,8	19,1	22,0	16,3	19,0		
25	752,9	752,0	752,2	752,4	19,6	22,8	19,7	23,4	15,0	19,4		
26	752,6	750,8	752,1	751,8	20,0	22,7	18,5	23,8	16,0	19,6		
27	752,4	750,0	748,7	750,4	18,8	21,3	17,3	21,9	15,1	18,3		
28	746,9	746,0	748,1	747,0	16,4	22,4	19,3	22,6	14,9	18,3		
29	749,6	747,6	746,7	748,0	15,0	20,1	17,4	20,6	10,6	15,9		
30	747,7	745,4	747,9	747,0	17,5	21,2	16,0	21,3	13,7	17,1		
	752,9	752,1	752,7	752,6	11,9	15,0	12,5	15,8	9,4	12,4	70,6	

Altezza barometrica massima 764,1 (mm) g. 22
» » minima 736,5 » 4
» » media 752,6

Temperatura massima 23,8 (°) g. 26
» minima 1,2 » 8
» media 12,4

Nebbia nei giorni 2, 7, 11, 19, 20.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

APRILE 1911 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		
																mm.
1	7,8	8,2	9,2	8,4	72	61	84	72	8	8	0	W	N	SE	5	1,6
2	8,3	9,0	9,6	9,0	90	83	95	89	10	10	10	S	NE	S	7	1,0
3	9,6	8,5	8,6	8,9	93	76	84	84	10	10	10	?	NW	?	4	0,9
4	7,6	6,2	6,2	6,7	86	97	91	91	10	10	10	SW	NE	NE	11	0,9
5	5,6	5,7	6,3	5,9	97	86	94	92	10	10	10	NE	NE	N	18	1,4
6	5,6	5,6	6,0	5,7	87	74	82	81	9	9	6	?	NW	?	4	1,0
7	5,5	6,4	6,4	6,1	79	88	89	85	10	10	10	W	E	NE	6	0,8
8	4,7	5,6	5,2	5,2	93	90	85	89	10	10	10	W	N	?	10	0,8
9	4,7	5,4	5,9	5,3	69	58	77	68	5	2	0	W	W	S	7	1,2
10	5,7	6,0	6,1	5,9	70	63	80	71	1	8	5	?	NW	S	7	1,6
11	6,3	5,1	5,7	5,7	85	55	72	71	8	7	0	W	N	S	5	1,3
12	5,2	5,4	4,7	5,1	61	47	47	52	0	0	0	W	W	S	6	1,6
13	5,7	4,2	6,2	5,4	62	36	71	56	2	4	1	W	SE	SE	20	2,9
14	5,2	5,3	4,3	4,9	61	51	50	53	1	2	0	W	NW	S	7	3,4
15	4,5	3,8	4,9	4,4	50	30	43	41	0	0	0	?	W	SW	8	2,8
16	6,8	7,1	4,5	6,1	61	46	36	48	0	0	0	SW	NE	SW	13	3,3
17	4,0	3,8	6,6	4,8	33	25	58	39	0	0	2	SW	E	SW	15	4,4
18	4,4	6,2	5,0	5,2	37	43	52	44	5	2	0	W	N	S	8	5,4
19	7,8	7,4	8,6	7,9	77	53	78	69	8	0	9	SW	SE	SE	16	2,6
20	9,1	8,7	9,0	8,9	88	67	81	79	10	9	0	?	N	W	5	2,0
21	8,1	5,9	7,4	7,1	64	34	47	48	8	0	0	W	SW	W	11	3,1
22	8,5	5,3	5,9	6,6	59	33	45	46	5	2	0	NW	SE	S	12	6,6
23	6,5	7,0	6,6	6,7	47	40	42	43	0	0	0	W	NE	SW	9	6,5
24	7,8	6,6	7,6	7,3	49	34	46	43	2	4	0	W	N	SW	10	4,9
25	8,0	6,0	8,4	7,5	47	29	50	42	0	0	0	W	SE	SW	10	4,0
26	8,5	7,6	6,5	7,5	49	37	41	42	0	7	0	?	SW	SW	19	5,5
27	7,9	8,6	7,0	7,8	49	46	48	48	0	6	3	SW	SW	SW	22	4,6
28	8,2	5,3	3,6	5,7	59	26	21	35	0	0	0	SW	SW	SW	23	6,8
29	8,4	6,3	4,5	6,4	66	36	57	53	8	8	10	?	S	S	12	6,9
30	6,4	3,3	5,8	5,2	43	17	43	34	2	0	0	SW	SW	SW	29	4,9
	6,7	6,2	6,4	6,4	66	52	63	60	5	5	3				11	3,2

Tens. del vapor acq. mass. 9,6 (mm) g. 2, 3
» » » » min. 3,3 » 30
» » » » media 6,4

Umidità relativa mass. 97 g. 4, 5
» » min. 17 » 30
» » media 60

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
7	8	2	7	11	22	18	5

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 4

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

MAGGIO 1911 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	750, 9	751, 4	753, 3	751, 9	15, 0	17, 7	15, 0	17, 9	13, 2	15, 3		
2	754, 4	752, 9	753, 7	753, 7	12, 6	16, 6	12, 9	16, 7	10, 1	13, 1		
3	754, 2	753, 0	753, 3	753, 5	13, 3	17, 7	15, 8	17, 9	11, 0	14, 5	2, 0	pioggia
4	752, 7	751, 7	751, 4	751, 9	15, 8	17, 3	15, 4	18, 0	14, 3	15, 9		
5	750, 2	749, 6	750, 9	750, 2	16, 4	18, 8	17, 5	20, 2	13, 0	16, 8	0, 7	pioggia
6	753, 7	752, 3	752, 8	752, 9	17, 4	20, 7	16, 9	21, 0	14, 5	17, 4		
7	753, 6	753, 3	752, 7	753, 2	13, 0	12, 1	11, 7	16, 9	10, 9	13, 1	25, 7	pioggia
8	751, 5	751, 4	753, 0	752, 0	12, 4	12, 0	11, 7	13, 8	10, 8	12, 2	50, 1	pioggia e grand.
9	752, 9	752, 8	753, 1	752, 9	13, 2	14, 0	13, 2	14, 2	11, 0	12, 9	7, 5	pioggia
10	753, 4	752, 5	753, 3	753, 1	12, 8	16, 5	15, 0	17, 3	11, 6	14, 2	0, 1	pioggia
11	753, 9	753, 0	753, 1	753, 3	15, 2	18, 4	16, 1	18, 8	10, 6	15, 2		
12	753, 5	753, 1	752, 6	753, 1	17, 0	19, 6	17, 1	19, 8	13, 4	16, 8		
13	751, 9	751, 4	750, 9	751, 4	15, 4	19, 4	16, 7	19, 8	14, 0	16, 5		
14	750, 8	749, 7	750, 3	750, 3	16, 8	19, 8	16, 8	20, 0	14, 8	17, 1		
15	749, 6	748, 5	749, 2	749, 1	17, 8	20, 5	16, 7	20, 7	15, 3	17, 6	0, 8	pioggia
16	750, 3	750, 2	750, 9	750, 5	19, 4	21, 0	18, 7	22, 0	14, 6	18, 7	2, 6	pioggia
17	751, 2	750, 1	749, 2	750, 2	17, 4	18, 2	16, 4	18, 7	16, 4	17, 2	0, 2	pioggia
18	746, 1	745, 2	744, 7	745, 3	15, 2	17, 0	15, 4	17, 2	13, 8	15, 4	4, 0	pioggia
19	744, 2	743, 2	744, 3	743, 9	16, 2	16, 4	15, 1	17, 6	14, 3	15, 8	10, 2	pioggia
20	746, 4	746, 9	747, 9	747, 1	14, 6	16, 2	15, 2	16, 3	13, 6	14, 9	3, 3	pioggia
21	750, 2	751, 4	752, 2	751, 3	13, 4	16, 1	15, 0	16, 4	13, 0	14, 4	10, 7	pioggia
22	752, 4	751, 5	751, 5	751, 8	16, 0	18, 7	17, 0	19, 7	13, 5	16, 5	0, 5	pioggia
23	751, 9	701, 3	751, 8	751, 7	16, 6	18, 8	17, 2	20, 0	14, 7	17, 1		
24	752, 5	751, 8	754, 6	753, 0	19, 2	23, 3	17, 5	23, 4	14, 0	18, 5		
25	755, 9	753, 8	753, 7	754, 5	18, 0	20, 1	16, 1	20, 4	13, 1	16, 9		
26	755, 1	754, 7	755, 2	755, 0	15, 0	19, 5	16, 8	19, 6	12, 9	16, 1		
27	755, 3	754, 3	755, 1	754, 9	18, 0	21, 6	18, 8	22, 0	14, 5	18, 3		
28	755, 5	755, 0	754, 8	755, 1	20, 8	24, 2	20, 5	24, 4	17, 3	20, 8		
29	754, 2	753, 2	753, 0	753, 5	21, 0	21, 4	19, 8	22, 0	17, 2	20, 0	1, 9	pioggia
30	751, 6	750, 4	750, 5	750, 8	18, 6	21, 4	20, 0	22, 8	17, 2	19, 6	0, 5	pioggia
31	750, 4	749, 9	751, 1	750, 5	20, 0	20, 0	19, 5	22, 2	18, 0	19, 9		
	751, 9	751, 3	751, 7	751, 7	16, 2	18, 5	16, 4	19, 3	13, 8	16, 4	120, 8	

Altezza barometrica massima 755, 9 mm g. 25
» » minima 743, 2 » 19
» » media 751, 7

Temperatura massima 24, 4° g. 28
» minima 10, 1 » 2
» media 16, 4

Nebbia nei giorni 13, 22.
Temporale nel giorno 8.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 85^{m},8)

MAGGIO 1911 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9^{h}	15^{h}	21^{h}	Media	9^{h}	15^{h}	21^{h}	Media	9^{h}	15^{h}	21^{h}	9^{h}	15^{h}	21^{h}		mm.
1	6,2	6,7	7,1	6,7	48	45	56	50	8	6	4	W	W	S	16	5,5
2	7,8	6,2	8,9	7,6	72	44	80	65	9	8	10	W	NE	N	10	3,2
3	8,8	7,4	8,2	8,1	81	49	61	64	8	8	10	W	W	NE	5	3,0
4	9,5	9,6	9,2	9,4	71	66	70	69	10	8	0	?	NE	S	3	2,1
5	8,0	8,0	10,6	8,9	59	49	71	60	2	5	8	?	N	?	5	2,5
6	11,0	8,7	8,7	9,5	74	48	60	61	3	3	7	W	NE	S	8	2,2
7	10,1	9,1	8,9	9,4	91	87	86	88	10	10	10	N	W	W	11	2,9
8	10,0	10,2	9,1	9,8	93	98	89	93	10	10	10	SE	E	W	16	1,5
9	10,0	9,4	9,7	9,7	88	79	86	84	9	8	10	NE	N	?	4	1,4
10	9,5	9,6	10,5	9,9	86	69	83	79	9	5	2	W	W	E	4	1,6
11	10,6	9,4	11,0	10,3	83	59	81	74	8	3	0	W	E	SE	4	1,7
12	11,2	12,2	11,7	11,7	78	72	81	77	2	6	0	?	SE	SE	6	2,3
13	11,3	13,0	13,1	12,5	87	77	93	86	10	8	5	?	S	S	5	1,5
14	11,0	12,6	11,0	11,5	77	73	77	76	9	8	10	W	NW	W	4	2,2
15	10,4	12,4	12,8	11,9	69	69	91	76	8	10	10	SW	?	NW	6	3,0
16	11,8	10,8	9,9	10,8	70	58	62	63	6	7	3	NW	SE	SW	5	2,7
17	10,7	12,2	12,1	11,7	72	78	87	79	10	10	4	?	SE	S	6	2,9
18	11,2	10,4	11,1	10,9	87	72	85	81	10	7	8	W	NW	?	7	1,4
19	10,0	11,8	10,6	10,8	73	85	83	80	10	10	10	SW	SW	SW	6	2,0
20	11,0	11,0	11,4	11,1	89	80	89	86	10	10	10	NW	S	E	5	1,2
21	10,9	10,0	10,6	10,5	95	73	85	84	10	10	6	NE	NE	?	6	1,0
22	11,1	9,9	10,6	10,5	82	62	74	73	5	5	2	?	N	N	2	1,4
23	9,2	10,7	9,8	9,9	66	66	67	66	8	4	4	W	SE	S	13	2,8
24	9,3	7,2	10,3	8,9	56	34	69	53	0	3	7	SW	SW	S	10	5,4
25	7,3	7,4	9,3	8,0	48	42	68	53	0	6	10	SE	SW	SW	24	6,5
26	9,2	8,6	8,6	8,8	72	51	60	61	9	4	0	NE	NE	S	14	4,2
27	8,7	8,1	11,4	9,4	56	42	70	56	0	4	0	W	N	SE	4	3,6
28	10,6	11,1	11,5	11,1	58	49	64	57	0	2	3	?	NE	SE	11	3,4
29	12,9	12,6	13,6	13,0	70	67	79	72	9	5	10	E	NE	?	2	3,3
30	13,1	13,5	12,6	13,1	82	71	72	75	9	8	3	NW	SE	W	3	2,3
31	11,4	11,7	11,7	11,6	65	67	69	67	10	8	6	W	S	SE	5	2,6
	10,1	10,0	10,5	10,2	74	64	76	71	7	7	6				7	2,6

Tens. del vapor acq mass 13,6 g. 29
» » » » min. 6,2 » 1, 2
» » » » media 10,2

Umidità relativa mass. 98 g. 8
» » min. 34 » 24
» » media 71

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
7	11	5	12	11	9	19	6

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 7

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

GIUGNO 1911 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass min 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	753.9	754, 2	756, 2	754, 8	20, 2	23, 5	20, 4	24, 0	16, 6	20, 3		
2	758, 3	757, 8	758, 1	758, 1	20, 6	23, 2	20, 3	23, 9	17, 7	20, 6		
3	758, 3	757, 6	757, 3	757, 7	20, 3	16, 4	17. 3	22, 8	14, 6	18. 8	13, 0	pioggia
4	757, 8	756, 8	757, 8	757, 5	18, 8	23, 5	22, 2	24, 2	15, 8	20, 2		
5	759, 6	758, 2	757, 8	758, 5	21, 6	24, 5	21, 8	24, 9	19, 0	21, 8		
6	759, 0	758, 5	759, 7	759, 1	19 0	21, 5	20, 4	23, 1	17, 8	20, 1		
7	761, 7	760, 5	759, 6	760, 6	21, 2	24, 4	22, 7	26, 0	17, 5	21, 8		
8	758, 3	757, 0	754, 6	756, 6	24, 0	26, 4	24, 3	27. 2	19. 4	23, 7		
9	752, 9	749, 4	748, 9	750, 4	23, 4	27, 3	23, 4	27, 6	20, 4	23. 7		
10	747, 6	745, 8	746, 3	746, 6	25, 0	27, 6	21, 4	27, 8	20, 7	23, 7		
11	748 2	748, 8	750, 6	749, 2	19, 2	20, 4	18, 6	22, 2	16, 7	19, 2	4, 1	pioggia
12	751, 3	751, 6	752, 2	751, 7	14, 6	16, 1	16, 8	18, 6	14, 2	16, 0	8, 2	pioggia
13	751, 2	749, 0	747, 9	749, 4	19, 4	20, 0	17, 7	20, 6	15, 9	18, 4	3, 6	pioggia
14	747, 3	747, 6	748, 2	747, 7	17, 4	21, 6	19, 6	23, 0	15, 4	18, 8	16, 2	pioggia
15	754, 2	754, 1	754, 9	754, 4	18, 0	21, 8	19, 7	22. 9	14, 0	18, 6		
16	760, 2	760, 6	760, 2	760. 3	19, 5	21, 2	17, 6	21, 4	14, 0	18, 1		
17	759, 3	757, 7	757, 3	758, 1	19, 4	23, 1	20, 9	24, 0	16, 2	20, 1		
18	757, 4	756, 1	755, 2	756, 2	21, 3	25, 0	24, 2	27, 1	18, 7	22, 8		
19	755, 4	753, 7	751, 3	753, 5	24, 2	25, 0	23, 7	27, 0	20, 0	23, 7		
20	753, 1	750, 1	754, 0	752, 4	20, 4	24, 3	19, 4	24, 8	19, 0	20, 9	0, 7	pioggia
21	757, 6	757, 4	758, 1	757, 7	20, 0	23, 6	21, 9	24, 2	15, 3	20, 4		
22	760, 0	758, 8	758, 3	759, 0	21, 2	23, 7	22, 0	23, 9	15, 7	20. 7		
23	757, 8	755, 9	755, 2	756, 3	22, 0	25, 0	23, 0	25, 4	18, 4	22, 2		
24	754, 4	753, 8	754, 6	754, 3	24, 0	28, 1	23, 8	29, 2	19, 7	24, 2		
25	755, 4	754, 7	754, 2	754, 8	24, 0	27, 0	23, 3	27, 0	20, 3	23, 6		
26	754, 5	754, 2	755, 5	754, 7	25, 6	29, 3	24, 2	29, 6	20, 4	25, 0	0, 6	pioggia
27	755, 6	755, 3	755, 9	755, 6	24, 8	27, 1	22, 7	27, 4	20, 7	23, 9		
28	760, 8	760, 9	761, 7	761 1	20, 2	23, 7	21, 9	24, 5	18, 2	21, 8		
29	762, 3	760, 3	759, 4	760, 7	23, 4	25, 2	21. 8	26, 0	18, 5	22, 4		
30	758, 1	755, 6	753, 6	755, 8	22, 4	26, 2	23, 4	26, 6	18, 9	22, 8		
	756, 0	755, 1	755, 2	755, 4	21, 2	23, 9	21, 3	24, 9	17. 7	21, 3	46. 4	

Altezza barometrica massima 762,3 mm g. 29
» » minima 745, 8 » 10
» » media 755, 4

Temperatura massima 29, 6° g. 26
» minima 14, 0 » 15, 16
» media 21, 3

Nebbia nei giorni 2, 3.
Temporale nel giorno 3.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

GIUGNO 1911 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		
																mm
1	13,4	12,5	12,6	12,8	76	58	71	68	6	3	6	E	E	?	3	2,2
2	13,8	12,3	13,3	13,1	76	58	75	70	6	8	2	?	N	SE	5	2,6
3	14,6	13,3	13,5	13,8	82	96	92	90	8	10	10	SE	SE	?	6	3,5
4	13,0	12,6	14,1	13,2	81	59	71	70	6	5	2	W	N	?	2	1,3
5	13,5	12,3	15,4	13,7	70	54	80	68	2	3	0	W	N	S	4	3,0
6	13,5	9,9	11,6	11,7	83	52	65	67	10	8	10	?	E	?	2	2,5
7	10,4	10,5	10,2	10,4	55	46	50	50	0	0	0	W	N	?	4	4,1
8	10,4	10,7	9,4	10,2	47	42	42	44	0	0	0	?	SE	S	5	4,3
9	11,1	8,4	8,3	9,3	52	31	39	41	2	4	0	SW	SW	S	19	6,8
10	11,4	9,5	10,5	10,5	48	34	56	46	3	3	8	SW	SW	SW	25	7,6
11	10,4	12,6	12,5	11,8	63	71	79	71	9	10	10	N	S	?	10	5,0
12	11,5	10,8	11,3	11,2	93	79	79	84	10	10	9	NW	NW	?	3	1,3
13	11,8	13,5	13,4	12,9	70	78	84	77	6	10	10	SW	E	?	8	2,0
14	10,4	9,5	8,9	9,6	70	50	52	57	10	3	6	SW	W	S	12	2,3
15	6,8	3,0	4,4	4,7	44	15	26	28	0	0	0	W	W	SW	11	7,7
16	10,0	6,4	9,2	8,5	59	35	61	52	5	7	4	S	SE	SE	14	6,2
17	10,4	9,4	12,3	10,7	63	44	67	58	2	4	1	W	N	?	3	3,7
18	9,7	11,4	6,5	9,2	52	48	29	43	0	0	0	?	N	SW	4	5,6
19	11,6	13,0	11,9	12,2	51	55	55	54	0	8	8	W	SW	S	15	6,2
20	15,2	12,4	8,1	11,9	85	54	48	62	10	3	0	?	SW	NW	17	3,5
21	8,8	8,0	9,6	8,8	51	37	49	46	0	0	0	W	E	SE	4	5,3
22	10,7	8,8	9,9	9,8	57	41	50	49	0	0	0	?	SE	SE	4	4,8
23	10,2	9,8	10,8	10,3	52	42	52	49	0	5	0	W	W	SE	5	5,5
24	12,6	9,5	10,1	10,7	57	33	46	45	0	0	0	?	?	S	7	5,2
25	12,3	12,8	13,4	12,8	56	48	63	56	8	4	5	S	NE	NE	8	6,5
26	12,9	9,6	8,2	10,2	51	31	37	40	2	2	0	NW	SW	S	18	5,3
27	9,4	8,0	7,4	8,3	40	30	36	35	0	4	2	SW	SW	SW	15	7,5
28	10,4	8,0	8,4	8,9	59	37	43	46	2	2	0	NW	SE	S	7	6,3
29	8,4	10,6	9,4	9,5	39	45	49	44	0	0	0	W	NW	S	5	5,0
30	11,7	12,9	13,0	12,5	58	51	61	57	0	4	3	?	N	SE	4	4,5
	11,3	10,4	10,6	10,8	61	48	57	56	4	4	3				8	4,6

Tens. del vapor acq. mass. 15,4 (mm) g. 5
» » » » min. 3,0 » 15
» » » » media 10,8

Umidità relativa mass. 96 g. 3
» » min. 15 » 15
» » media 56

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
8	2	5	12	12	15	12	6

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 4

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	**LUGLIO 1911** — Tempo medio dell'Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass min. 9h, 21h		
	mm	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	752, 4	751, 3	751, 1	751, 6	24, 6	27, 7	24, 2	28, 2	21, 1	24, 5		
2	752, 5	751, 8	752, 4	752, 2	24, 8	28, 6	26, 2	28, 9	20, 9	25, 2		
3	755, 5	755, 2	755, 9	755, 5	25, 4	28, 1	24, 3	28, 2	21, 1	24, 8	0, 1	pioggia
4	759, 4	760, 4	761, 4	760, 4	23. 3	22, 9	20, 0	24, 3	20, 0	21, 9		
5	761, 9	760. 8	761, 1	761, 3	20, 0	24, 2	22, 1	25. 0	17. 1	21. 0		
6	761, 0	759, 5	760, 2	760, 2	22, 2	24, 5	21, 7	24, 6	16, 4	21, 2		
7	760, 8	759. 9	760, 3	760, 3	21, 8	25, 0	23, 2	25, 6	17, 3	22, 0		
8	761, 6	759, 7	759, 2	760, 2	24, 6	28, 6	26, 3	29, 8	20, 3	25. 2		
9	758, 6	755. 8	755, 0	756, 5	25. 2	31, 4	27, 5	32, 5	22, 6	27, 0		
10	757, 6	760. 0	760, 2	759, 3	21. 4	18, 6	16, 7	27, 5	16, 1	20. 4	4, 8	pioggia
11	760, 4	759, 3	759, 3	759, 7	17, 2	24, 8	19, 8	22, 0	14, 0	18. 2		
12	759, 4	758, 7	758, 3	758, 8	19, 6	24, 1	23, 2	24. 4	16, 7	21, 0		
13	758, 4	756. 6	756, 3	757, 1	22, 8	26, 5	24, 4	27, 2	20, 9	23. 8		
14	756, 3	755. 2	755, 6	755, 7	23, 4	27, 2	24, 3	28, 1	20, 3	24, 0		
15	755, 6	754, 2	753, 0	754, 3	22, 2	24, 8	24, 0	26. 6	21, 0	23, 4		
16	752, 6	750, 5	749, 9	751, 0	24, 0	29, 5	26, 0	30, 4	21, 2	25, 4		
17	751, 0	751. 0	750. 2	750, 7	23, 6	28, 2	25, 8	28, 4	22, 0	25, 0		
18	752, 6	752, 5	753, 4	752, 8	25, 0	27, 5	26, 2	28, 1	20, 5	25. 0		
19	756, 7	756, 0	756, 9	756, 5	24, 6	28, 8	25, 7	28. 8	21, 1	25, 0		
20	759, 1	758, 2	758, 5	758, 6	21, 0	25, 4	24, 4	25, 7	20, 3	22, 8	19, 8	pioggia
21	759, 8	759, 6	759, 9	759, 8	23, 6	28, 7	26, 9	28, 8	20, 7	25, 0		
22	761, 8	761, 0	760, 8	761, 2	25, 8	28. 6	27, 0	29, 0	22, 6	26. 1		
23	761, 0	759, 7	759, 0	759, 9	25, 3	29, 1	27, 4	29. 5	23, 4	26. 4		
24	758, 2	756, 1	756, 4	756, 9	28, 2	30, 9	28, 0	31. 3	24, 0	27, 9		
25	756, 4	755, 0	755, 4	755, 6	28, 0	31, 7	27, 4	32, 0	24, 9	28, 1		
26	755, 7	754, 5	754, 8	755, 0	28, 0	31, 2	29, 0	31, 5	24, 5	28, 2		
27	756. 1	755, 7	756, 3	756, 0	28, 4	32, 2	29, 8	32, 6	25, 0	29, 0		
28	757, 7	756, 9	756, 7	757, 1	28, 8	33, 8	30, 6	34, 2	26, 2	30, 0		
29	756, 7	755, 2	754, 5	755, 5	27, 2	33, 1	30, 4	33, 2	25, 5	29, 1		
30	754, 7	753, 2	753, 5	753, 8	27, 0	31, 9	29, 8	32, 2	25, 3	28, 6		
31	752, 9	752, 1	752, 7	752, 6	26, 9	30, 6	27, 6	31, 0	23, 6	27, 3		
	757, 2	756, 3	756, 4	756, 6	24, 3	27, 9	25, 5	28, 7	21, 2	24, 9	24, 7	

Altezza barometrica massima 761, 9 mm g. 5
» » minima 749, 9 » » 16
» » media 756, 6

Temperatura massima 34, 2 °C g. 28
» minima 14, 0 » 11
» media 24, 9

Nebbia nel giorno 4.
Temporale nel giorno 20.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^m,8)

LUGLIO 1911 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	9^h	15^h	21^h		mm
1	12,6	13,4	12,5	12,8	55	48	56	53	6	5	2	W	S	SE	11	5,0
2	14,8	15,0	14,6	14,8	64	51	58	58	0	5	3	?	N	S	4	4,4
3	13,7	15,9	16,0	15,2	57	56	71	61	5	0	0	?	N	SE	10	5,1
4	16,7	11,4	13,0	13,7	79	55	75	70	8	10	10	NE	SE	SE	10	4,4
5	12,0	10,6	10,1	10,9	69	47	51	56	2	3	4	W	SE	S	6	3,1
6	9,8	7,5	8,6	8,6	49	33	45	42	0	0	0	NE	E	SE	12	6,6
7	8,3	8,8	8,8	8,6	43	37	42	41	0	0	0	?	NE	SE	4	5,4
8	9,5	8,7	10,3	9,5	41	30	40	37	0	0	0	W	W	?	5	6,4
9	11,9	11,1	9,1	10,7	50	32	33	38	0	0	0	W	W	S	11	7,4
10	13,8	12,0	12,0	12,6	73	75	85	78	10	10	10	SW	NE	E	20	6,6
11	10,8	7,2	8,6	8,9	74	37	50	54	2	2	2	W	N	?	8	4,4
12	10,8	9,6	10,6	10,3	63	43	50	52	0	0	2	W	N	?	5	6,4
13	11,8	12,2	12,7	12,2	57	47	56	53	5	5	8	W	?	S	4	6,4
14	12,4	10,7	12,6	11,9	58	40	56	51	8	5	6	W	W	SW	7	6,6
15	14,7	12,2	12,6	13,2	74	52	57	61	2	8	2	?	N	SW	4	4,5
16	13,6	11,2	12,7	12,5	61	36	51	49	0	3	0	W	SW	S	10	5,4
17	12,9	14,2	10,6	12,6	59	50	43	51	2	6	0	W	SE	S	9	6,3
18	13,0	15,7	16,5	15,1	55	59	65	60	3	5	0	W	NE	?	15	6,6
19	14,6	12,7	17,7	15,0	63	43	72	59	0	2	9	NW	N	SW	3	4,6
20	15,8	14,4	15,2	15,1	85	60	67	71	8	6	9	NW	?	NE	3	3,4
21	14,2	12,4	13,7	13,4	65	42	52	53	0	0	0	W	NE	S	4	4,5
22	14,7	10,8	15,2	13,6	60	37	57	51	0	0	0	?	N	?	2	5,2
23	14,5	11,5	11,8	12,6	60	38	44	47	0	0	0	?	N	?	1	5,1
24	12,0	12,1	14,4	12,8	42	36	51	43	0	0	3	W	SE	S	6	5,9
25	14,5	13,7	13,9	14,0	52	39	51	47	0	0	0	W	SE	NW	6	5,7
26	13,8	11,5	16,1	13,8	49	34	54	46	0	2	0	W	NW	E	4	6,5
27	13,9	12,1	14,5	13,5	49	36	46	44	0	0	0	W	SE	SW	5	6,9
28	14,8	13,1	13,6	13,8	50	33	42	42	0	0	0	W	N	?	4	7,0
29	14,3	10,7	11,9	12,3	53	28	37	39	0	0	0	W	W	S	7	10.1
30	12,8	14,6	13,6	13,7	48	42	44	45	1	0	0	?	?	S	6	9,0
31	14,9	15,1	15,8	15,3	56	46	58	53	3	6	8	!	E	SE	4	8,0
	13,2	12,0	12,6	12,7	58	43	54	52	2	3	3				7	5,9

Tens. del vapor acq mass. 17,7 g. 19
» » » » min. 7,2 » 11
» » » » media 12,7

Umidità relativa mass. 85 g. 10, 20.
» » min 28 » 29
» » media 52

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
9	7	4	12	11	6	22	4

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 3

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

AGOSTO 1911 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass min. 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	754, 1	754, 1	755, 7	754, 6	23, 3	27, 7	24, 8	28, 3	22, 3	24, 7	1, 6	pioggia
2	756, 9	755, 8	755, 9	756, 2	25, 7	29, 1	25, 8	29. 9	22, 1	25, 9		
3	756, 5	755, 0	755, 5	755, 7	25, 3	29, 1	26, 4	29, 6	21, 7	25, 8	0, 2	pioggia
4	753, 9	752, 6	752, 9	753, 1	26, 3	31, 8	27, 4	32, 3	24, 0	27, 5		
5	753, 5	752, 7	754, 0	753, 4	27, 7	30, 0	24, 9	30. 7	24. 8	27. 0		
6	755, 1	754, 7	754, 9	754, 9	26, 0	30, 9	28, 0	31, 5	22, 3	27, 0		
7	756, 7	756, 3	757, 4	756, 8	28, 4	30, 3	27, 7	30, 7	23, 2	27, 5		
8	759, 5	758. 4	757. 9	758, 6	25, 1	29, 6	28, 4	30, 0	22, 5	26, 5		
9	757. 7	756, 2	756, 2	756, 7	26, 9	30, 0	27, 4	30, 4	24, 1	27, 2		
10	754, 7	752, 6	753, 0	753, 4	27, 4	30, 8	27, 6	31, 1	23, 3	27, 4		
11	754, 2	753, 3	753, 9	753, 8	25, 4	29, 0	26, 2	29, 5	22, 0	25, 8		
12	755, 9	754, 5	755, 1	755, 2	22, 5	28, 2	25, 3	28, 4	19, 9	24, 0		
13	756, 3	755, 7	755, 8	755, 9	22, 8	26, 9	24, 4	27, 4	20, 6	23, 8	5, 9	pioggia
14	755, 9	753, 7	753, 1	754, 2	23, 9	27, 4	24, 6	29. 0	21, 4	24, 7		
15	754, 8	749, 1	748, 7	749, 9	24, 7	29, 2	27, 0	30, 0	22, 9	26, 2		
16	749, 4	749, 1	750, 0	749, 5	24, 4	28, 6	25, 6	29, 7	22, 6	25, 6		
17	753, 5	753, 6	754, 8	754, 0	23, 2	27, 1	23, 9	27, 4	21, 8	24, 1		
18	755, 2	753, 5	753, 2	754, 0	24, 3	28, 2	25, 8	28, 6	21, 2	25, 0		
19	752, 8	751, 0	751, 1	751, 6	25, 4	29, 4	27, 8	29, 9	23, 3	26, 7		
20	752, 8	751, 4	752, 3	752, 2	27, 4	31, 0	25, 3	31, 4	24, 2	27, 1		
21	752, 2	751, 5	750, 2	751, 3	23, 2	27, 5	27, 6	27, 9	21, 0	24, 9		
22	750, 1	749, 1	749, 4	749, 5	27, 2	33, 4	29, 3	33, 5	25, 0	28, 8		
23	751, 8	750, 9	750, 9	751, 2	28, 0	27, 8	28, 0	29, 3	24, 6	27, 5		
24	751, 9	752, 5	751, 8	752, 1	23, 6	25, 0	23, 6	28, 0	22, 6	24, 4	4, 2	pioggia
25	754, 0	753, 5	754, 0	753, 8	23, 0	27, 0	25, 1	27, 9	20, 4	24, 1		
26	754, 6	755, 5	756, 1	755, 4	25, 0	21, 3	20, 0	27, 2	20, 0	23, 0	1, 0	pioggia
27	758, 8	758, 5	758, 1	758, 5	20, 8	26, 0	23, 7	26, 1	19, 3	22, 5		
28	759, 1	757, 5	757, 5	758, 0	22, 0	26, 4	24, 2	26. 6	20, 8	23. 4		
29	758, 0	756, 8	756, 7	757, 2	22, 8	27, 4	25, 5	28, 0	21, 5	24, 4		
30	757, 0	755, 3	754, 9	755, 7	25, 0	29, 7	27, 3	30, 2	22, 4	26, 2		
31	753, 6	753, 4	756, 9	754, 6	25, 8	30, 4	25, 0	30, 5	23, 9	26, 3		
	754, 8	753, 8	754, 1	754, 2	24, 9	28, 6	25, 9	29, 4	22, 3	25, 6	12, 9	

Altezza barometrica massima 759, 5 (mm) g 8
» » minima 748, 7 » 15
» » media 754, 2

Temperatura massima 33, 5 (°) g. 22
» minima 19, 3 » 27
» media 25, 6

Temporale nei giorni 1, 13, 24.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

AGOSTO 1911 - Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		
																mm.
1	15, 1	12, 7	16, 2	14, 7	71	46	69	62	5	4	2	W	N	S	8	6, 2
2	15, 3	11, 5	14, 0	13, 6	62	38	57	52	0	0	0	?	SE	SE	4	4, 7
3	14, 8	11, 5	12, 8	13, 0	62	38	50	50	0	4	0	?	SE	?	2	4, 8
4	14, 7	11, 9	12, 5	12, 0	46	34	46	42	0	2	8	?	W	SW	8	6, 9
5	10, 4	17, 3	17, 9	15, 2	38	55	76	56	0	5	4	SW	N	S	8	8, 8
6	14, 7	16, 4	19, 9	17, 0	59	49	71	60	0	0	0	?	NE	S	2	4, 6
7	15, 5	14, 9	14, 4	14, 9	54	46	52	51	0	3	0	SW	N	N	5	5, 2
8	14, 3	12, 5	13, 9	13, 6	60	41	49	50	0	1	0	W	SW	W	4	5, 6
9	13, 4	11, 6	12, 0	12, 3	52	37	44	44	0	0	6	NW	NE	S	7	5, 9
10	12, 2	10, 4	12, 6	11, 7	45	31	46	41	7	0	7	?	N	SE	8	7, 2
11	14, 8	9, 6	9, 9	11, 4	61	32	39	44	6	0	0	SE	SE	SE	13	6, 6
12	12, 8	11, 8	13, 8	12, 8	63	42	58	54	8	0	5	SE	SE	SE	8	6, 2
13	14, 2	13, 8	15, 4	14, 5	68	53	68	63	0	4	0	?	S	SE	6	4, 5
14	16, 0	12, 5	14, 6	14, 4	73	46	63	61	0	2	0	?	SE	S	3	3, 5
15	13, 2	9, 5	10, 5	11, 1	57	31	40	43	0	3	2	SW	W	SW	5	6, 2
16	14, 7	13, 1	14, 8	14, 2	65	45	61	57	0	3	0	NW	NW	W	12	7, 0
17	15, 8	12, 4	13, 0	13, 7	75	46	59	60	6	3	0	W	NW	SE	7	4, 4
18	13, 8	13, 0	13, 5	13, 4	61	46	55	54	0	2	0	?	W	SE	3	4, 2
19	12, 8	11, 6	12, 8	12, 4	53	38	46	46	0	4	0	W	SW	S	9	5, 8
20	14, 9	13, 0	15, 8	14, 6	55	39	66	53	0	5	0	SW	SW	S	17	6, 6
21	16, 1	18, 1	13, 2	15, 8	76	66	48	63	3	6	5	?	NE	W	3	3, 6
22	14, 7	14, 8	15, 7	15, 1	55	39	52	49	8	5	6	SW	S	SW	17	5, 2
23	16, 3	18, 7	15, 2	16, 7	58	67	54	60	8	7	8	SW	W	SW	12	5, 6
24	17, 6	15, 4	16, 9	16, 6	81	65	78	75	10	3	6	E	W	SE	10	4, 0
25	13, 9	12, 8	15, 5	14, 1	66	48	65	60	0	6	0	SW	NW	?	1	3, 8
26	13, 7	14, 1	13, 5	13, 8	58	75	78	70	2	10	5	W	W	W	8	4, 6
27	13, 9	9, 5	11, 9	11, 8	71	38	55	55	0	2	0	W	N	?	6	4, 9
28	12, 6	11, 8	12, 1	12, 2	64	46	54	55	0	0	0	NW	NW	?	2	4, 5
29	12, 4	11, 8	12, 2	12, 1	60	44	50	51	0	0	0	W	N	?	3	4, 5
30	11, 7	13, 8	13, 7	13, 1	50	45	50	48	0	0	0	SW	?	?	6	5, 1
31	11, 5	12, 4	14, 8	12, 9	47	38	63	49	0	3	7	SW	N	SW	10	5, 7
	14, 0	13, 0	14, 0	13, 7	60	45	57	54	2	3	2				7	5, 4

Tens. del vapor acq. mass. 19,9 mm g. 6
» » » » min. 9, 5 » 15, 27
» » » » media 13, 7

Umidità relativa mass. 81 g. 24
» » min. 31 » 10, 15
» » media 54

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
8	3	2	15	8	17	17	7

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 2

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

SETTEMBRE 1911 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	761, 4	760, 8	761, 4	761, 2	23, 6	25, 4	23, 4	25, 8	20, 0	23, 2		
2	762, 7	761, 2	761, 5	761, 8	20, 2	26. 3	22, 6	26, 5	19, 0	22, 1		
3	761, 5	759, 8	759, 5	760, 3	22, 8	28, 0	25, 0	28, 5	20, 0	24, 1		
4	758, 3	756, 1	755, 8	756, 7	24, 6	31, 2	27, 8	31, 6	22, 0	26, 5		
5	756, 4	755, 5	756, 4	756, 1	25, 4	31, 6	28, 4	31, 6	23. 4	27, 2		
6	757, 7	756, 8	757, 4	757, 3	26, 0	31, 1	28, 7	31, 3	24, 8	27, 7		
7	758, 5	757, 3	757, 1	757, 6	25, 8	31, 1	28, 8	31, 2	25, 0	27, 7		
8	758, 0	755, 9	755, 8	756, 6	26, 0	31, 0	28, 2	31, 4	22. 8	27, 1		
9	755, 7	753, 5	753, 4	754, 2	25, 0	30, 2	27, 4	30, 2	24, 2	26, 7		
10	753, 8	751, 7	753, 0	752, 8	25, 8	30, 2	27, 6	31, 0	23, 8	27, 0		
11	757, 6	757, 1	758, 2	757, 6	24, 0	25, 4	22, 0	27, 6	22, 0	23, 9		
12	759, 6	759, 2	760, 2	759, 7	21, 0	25, 8	22, 2	26, 1	18, 0	21, 8		
13	761, 0	759, 5	759, 2	759, 9	21, 2	26, 4	23, 7	27, 2	18, 4	22, 6		
14	758, 4	755, 3	753, 2	755, 6	21, 4	27, 4	24, 6	28, 0	19, 0	23, 2		
15	753, 8	750, 7	752, 0	752, 2	18, 6	22, 7	20, 3	25, 4	17, 7	20, 5	17, 9	pioggia
16	753, 3	751, 8	751, 6	752, 2	19, 2	24, 2	23, 2	24, 4	17, 8	21, 2		
17	751, 4	751, 6	754, 5	752, 5	21, 4	20, 5	14, 1	23, 2	14, 1	18, 2	19, 2	pioggia
18	757, 1	757, 2	757, 4	757, 2	14, 4	18, 3	16, 3	19, 0	13, 0	15, 7	10, 2	pioggia
19	757, 8	756, 3	756, 4	756, 8	17, 2	21, 5	17, 9	22, 0	14, 9	18, 0		
20	755, 5	753, 0	752, 0	753, 5	16, 6	21, 6	19, 0	21, 8	14, 8	18, 0		
21	749, 1	747, 7	746, 7	747, 8	18, 4	21, 0	19, 0	21, 6	17, 0	19, 0	5. 4	pioggia
22	744, 5	745, 0	743, 0	744, 2	20, 0	20, 0	18, 0	21, 6	17, 5	19, 3	1, 7	pioggia
23	744. 6	746, 3	748. 9	746, 6	15, 8	16, 2	14, 2	18, 4	13, 8	15, 6	1, 4	pioggia
24	751, 8	752, 3	754, 0	752, 7	13, 6	17, 2	16, 2	18, 0	13, 0	15, 2	0, 3	pioggia
25	755, 8	755, 6	756, 1	755, 8	17. 0	20, 3	18, 4	21, 2	14, 0	17, 6		
26	758, 1	757, 7	759, 0	758, 3	17, 6	21, 8	19, 3	22, 2	16, 8	19, 0		
27	760, 0	758, 9	759, 3	759, 4	17, 6	21, 8	19, 8	22, 2	16, 0	18, 9		
28	759, 6	757, 8	757, 6	758, 3	18, 0	22, 4	20, 0	22, 6	16, 4	19, 2		
29	755, 9	753, 8	753, 5	754, 4	19, 8	23, 7	20, 5	24, 2	17, 2	20, 4		
30	753, 8	751, 0	750, 3	751, 7	16, 8	18, 3	14, 3	20, 5	13, 8	16, 4	5, 4	pioggia
	756, 1	754, 9	755, 1	755, 4	20, 5	24, 4	21, 7	25, 2	18, 3	21, 4	61, 5	

Altezza barometrica massima 762, 7 mm g. 2
» » minima 743, 0 » 22
» » media 755, 4

Temperatura massima 31, 6° g. 4, 5
» minima 13, 0 » 18, 24
» media 21, 4

Nebbia nei giorni 16, 30.
Temporale nel giorno 15.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^{m}, 8)

SETTEMBRE 1911 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9^{h}	15^{h}	21^{h}	Media	9^{h}	15^{h}	21^{h}	Media	9^{h}	15^{h}	21^{h}	9^{h}	15^{h}	21^{h}		mm.
1	10, 8	8, 1	9, 3	9, 4	50	34	44	43	0	2	0	NE	NE	SE	12	6, 6
2	9, 8	7, 5	8, 5	8, 6	56	30	42	43	0	0	0	W	N	S	4	5, 3
3	8, 5	8, 8	8, 6	8, 6	41	31	37	36	0	0	0	?	?	?	2	4, 7
4	9, 8	10, 2	10, 8	10, 3	43	30	39	37	0	0	0	W	W	W	7	7, 4
5	11, 8	13, 0	13, 3	12, 7	49	38	46	44	0	0	0	W	NW	SW	6	7, 3
6	11, 7	13, 5	13, 1	12, 8	47	40	45	44	0	0	3	W	NW	S	5	5, 9
7	14, 5	13, 2	13, 0	13, 6	59	39	44	47	0	0	0	W	N	W	4	5, 6
8	12, 4	14, 5	13, 4	13, 4	50	43	47	47	0	2	0	W	NE	S	4	5, 6
9	14, 7	11, 8	12, 5	13, 0	62	37	46	48	0	0	0	W	W	W	11	9, 0
10	14, 2	12, 5	14, 4	13, 7	57	39	53	50	0	0	0	W	W	SW	9	7, 2
11	12, 3	10, 5	10, 8	11, 2	56	44	55	52	2	0	0	NE	SE	S	15	6, 6
12	9, 9	10, 6	10, 0	10, 2	54	43	51	49	0	0	0	?	E	E	8	4, 9
13	11, 6	13, 1	13, 5	12, 7	62	51	62	58	0	0	0	?	W	E	4	4, 4
14	12, 4	13, 2	15, 1	13, 6	65	49	66	60	0	0	8	?	E	W	4	3, 5
15	13, 1	12, 5	14, 9	13, 5	82	61	84	76	10	3	8	SW	W	W	17	4, 4
16	14, 6	14, 5	12, 5	13, 9	88	64	59	70	3	4	8	?	?	?	0	2, 3
17	11, 7	12, 6	11, 0	11, 8	62	70	92	75	3	10	10	W	NE	NW	14	4, 3
18	10, 3	7, 3	8, 1	8, 6	84	46	59	63	5	4	0	W	N	S	4	3, 4
19	8, 4	8, 7	9, 1	8, 7	57	46	60	54	0	0	0	W	?	S	11	4, 4
20	9, 6	11, 6	13, 2	11, 5	69	60	81	70	0	3	10	?	?	W	2	3, 2
21	12, 7	12, 6	13, 8	13, 0	77	68	85	77	5	2	10	?	?	SE	7	2, 5
22	10, 2	11, 7	13, 5	11, 8	59	67	88	71	8	10	10	SW	SW	?	7	2, 6
23	10, 0	9, 2	10, 4	9, 9	75	67	87	76	8	9	10	SW	NW	W	5	2, 4
24	9, 5	8, 6	10, 8	9, 6	82	59	79	73	10	7	0	W	W	W	6	2, 9
25	8, 7	8, 1	9, 6	8, 8	61	46	60	56	0	0	0	W	W	?	5	3, 3
26	8, 6	9, 1	10, 8	9, 5	58	47	65	57	2	3	0	W	NW	E	6	4, 8
27	10, 6	10, 0	12, 1	10, 9	70	52	71	64	0	0	0	W	?	?	2	3, 5
28	11, 4	10, 5	11, 5	11, 1	75	52	66	64	0	0	8	W	?	S	2	3, 0
29	11, 8	10, 6	11, 1	11, 2	69	49	62	60	8	0	0	?	?	S	3	3, 0
30	13, 4	13, 6	10, 1	12, 4	94	87	83	88	10	10	10	?	E	E	6	2, 3
	11, 3	11, 1	11, 6	11, 3	64	50	62	58	2	2	3				6	4, 5

Tens. del vapor acq mass. 15, 1 g. 14
» » » » min. 7, 3 » 18
» » » » media 11, 3

Umidità relativa mass. 94 g. 30
» » min. 30 » 2, 4
» » media 58

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
3	5	7	3	8	6	31	5

Media nebulosità relativa nel mese in decimi
2

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

OTTOBRE 1911 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass min 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	742, 0	742, 3	742, 2	742, 2	13, 4	11, 1	10, 2	14, 3	10, 2	12, 0	19, 9	pioggia
2	745. 6	748, 2	749, 9	747, 9	10, 0	11, 8	11, 3	12, 2	8, 0	10, 4	46, 9	pioggia
3	753, 5	753, 6	755, 2	754, 1	11, 2	15, 0	12, 4	15, 3	9, 6	12, 1		
4	756, 3	754, 5	754, 3	755, 0	10, 4	14, 8	14, 2	14, 9	9, 5	12, 2		
5	753, 9	753, 1	754, 4	753, 8	13, 2	14, 6	13, 2	14, 8	12, 4	13, 4	1, 7	pioggia
6	756, 5	756, 4	756, 7	756, 5	13. 0	15, 5	15, 9	15, 9	13, 0	14, 4	3, 3	pioggia
7	757, 2	756, 7	758, 1	757, 3	17, 2	21, 0	19, 0	21, 0	15, 7	18, 2	0, 3	pioggia
8	759, 3	758, 1	757, 9	758, 4	18, 0	19, 2	18, 4	19, 3	17, 6	18, 3		
9	757, 9	756, 2	755, 1	756, 4	16, 2	18, 6	16, 8	18, 7	14, 6	16, 6		
10	755, 1	755, 8	759, 0	756, 6	17, 4	21, 0	18, 1	21, 2	15, 0	17, 9	5, 2	pioggia
11	764. 2	764, 0	764, 0	764, 1	14, 2	16, 0	13, 9	18, 1	13, 6	15, 0		
12	763, 6	762, 0	761, 2	762, 3	13, 4	15, 8	14, 4	16, 0	11, 9	13, 9		
13	759, 8	757, 8	757, 7	758, 4	13, 4	17, 6	15, 2	18, 0	12, 0	14, 6		
14	757, 6	756, 2	757, 3	757, 0	14, 6	18, 2	14, 3	18, 4	12, 7	15, 0		
15	758, 7	758, 7	759, 3	758, 9	14, 2	15, 0	14, 4	15. 2	13, 8	14, 4		
16	761, 1	759, 8	761, 1	760, 3	13, 6	16, 4	14, 9	16, 6	13, 2	14, 6		
17	761, 8	762, 2	762, 4	762, 1	12, 4	14, 4	13, 7	14, 9	11, 8	13, 2		
18	763, 8	763, 1	763, 8	763, 6	11, 0	14, 7	13, 0	14, 8	10, 4	12, 3		
19	763, 8	761, 8	751, 6	762, 4	11, 6	15, 9	13, 9	16, 1	11, 6	13, 3		
20	760, 2	758, 8	759, 0	759, 3	13, 6	18, 2	16, 0	18, 4	12, 0	15 0		
21	758, 4	756, 4	755, 8	756, 9	14, 4	19, 0	16, 1	19, 2	13, 5	15, 8		
22	754, 7	753, 7	753, 8	754, 1	17, 0	18, 1	15, 4	18, 6	15, 0	16, 5		
23	753, 9	753, 3	753, 8	753, 7	13, 0	16, 4	14, 3	16, 6	12, 8	14, 2		
24	749, 3	749, 8	751, 2	750, 1	15, 6	15, 3	14, 4	18, 8	14, 0	15, 7	0, 5	pioggia
25	750, 3	746, 4	745, 0	747, 2	14, 4	15, 8	15, 7	16, 2	9, 9	13, 3		
26	747, 7	748, 3	749, 6	748, 5	13, 2	17, 3	13, 4	17, 5	12, 7	14, 2		
27	750, 4	748, 6	747, 2	748, 7	12, 2	16, 6	15, 0	17, 2	11, 0	13, 8		
28	744, 1	747, 3	750, 3	747. 2	17. 0	18, 4	14, 4	18, 6	13, 9	16, 0		
29	755, 4	756, 6	759, 6	757, 2	12, 0	16, 4	13. 0	16, 6	9, 8	12, 8		
30	763, 4	763, 0	763, 2	763, 2	11, 8	14, 6	13, 4	14, 8	10, 8	12, 7		
31	762, 3	760, 0	760, 1	760, 8	11, 4	14, 8	13, 3	14, 9	11, 1	12, 7		
	756, 2	755, 6	756, 1	755, 9	13, 6	16, 4	14, 6	16, 9	12, 4	14, 3	77, 8	

Altezza barometrica massima 764, 2 mm g. 11
» » minima 742, 0 » 1
» » media 755, 9

Temperatura massima 21, 2 o g. 10
» minima 8, 0 » 2
» media 14, 3

Nebbia nei giorni 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 22, 23, 25, 31.
Temporale nel giorno 10.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

OTTOBRE 1911 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		
																mm
1	10,1	8,5	8,1	8,9	88	86	87	87	10	10	10	SE	NW	NW	5	1,3
2	8,0	7,8	7,2	7,7	87	76	72	78	10	10	10	?	?	S	6	1,2
3	7,7	7,6	8,6	8,0	77	60	75	71	9	6	7	?	SW	S	2	2,2
4	8,4	9,8	10,6	9,6	90	78	88	85	10	9	4	?	S	NW	2	1,6
5	10,5	11,1	10,0	10,5	93	90	88	90	10	10	10	?	NW	SW	2	0,9
6	10,6	12,1	12,4	11,7	95	92	93	93	10	10	10	W	?	S	3	1,1
7	13,4	15,4	15,1	14,6	92	83	92	89	8	5	10	S	?	?	2	0,8
8	14,1	15,3	14,8	14,7	92	92	94	93	10	10	10	?	?	S	2	0,8
9	10,8	12,0	12,3	11,7	79	75	87	80	9	6	0	W	?	S	3	1,1
10	12,3	13,5	14,4	13,4	84	73	93	83	0	0	10	?	?	SE	3	1,4
11	9,1	9,9	8,8	9,3	76	72	74	74	10	5	0	?	S	?	7	2,3
12	8,6	9,5	9,4	9,2	75	71	77	74	5	0	0	?	W	?	0	1,6
13	9,4	11,1	10,2	10,2	82	74	79	78	0	0	0	W	?	?	5	1,7
14	9,9	11,0	11,2	10,7	80	71	92	81	0	0	10	?	?	S	2	1,4
15	10,8	10,8	10,3	10,6	95	85	84	88	10	10	7	?	W	?	0	0,9
16	10,0	9,9	10,0	10,0	86	71	79	79	10	5	7	W	W	?	2	1,5
17	9,4	10,6	10,1	10,0	88	87	86	87	10	10	10	?	NE	?	0	1,1
18	7,6	9,1	7,6	8,1	77	73	68	73	9	8	10	?	?	?	0	1,4
19	8,4	8,4	9,3	8,7	83	62	79	75	6	0	0	W	?	?	0	1,1
20	9,0	9,6	10,3	9,6	77	62	76	72	0	2	4	?	?	?	3	1,1
21	9,5	9,7	10,6	9,9	78	59	78	72	3	0	0	SW	W	S	1	2,0
22	9,3	10,3	11,3	10,3	64	67	87	73	8	9	10	S	3	W	17	2,4
23	10,6	11,6	10,4	10,9	95	83	86	88	10	2	0	W	?	?	2	1,1
24	11,2	11,1	9,3	10,5	85	86	76	82	9	9	3	S	W	W	10	1,1
25	9,3	9,9	10,1	9,8	93	74	76	81	10	8	10	N	SW	S	6	1,0
26	7,5	7,0	7,2	7,2	66	48	63	59	8	0	0	SW	?	SW	7	2,1
27	8,1	7,9	8,3	8,1	76	56	65	66	2	7	3	?	SW	SW	14	2,3
28	6,7	6,1	6,6	6,5	46	38	54	46	0	0	0	SW	SW	SW	23	4,4
29	7,5	6,7	8,1	7,4	72	47	73	64	2	5	10	?	W	W	3	2,3
30	8,3	8,6	8,6	8,5	81	70	75	75	5	2	10	W	N	W	5	3,3
31	8,6	8,0	8,3	8,3	85	64	73	74	10	4	8	W	?	?	1	2,3
	9,5	10,0	10,0	9,8	82	72	80	78	7	5	6				4	1,6

Tens. del vapor acq. mass. 15,4 mm g. 7
» » » » min. 6,1 » 28
» » » » media 9,8

Umidità relativa mass. 95 g. 6, 15, 23
» » min. 38 » 28
» » media 78

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
2	1	0	2	14	11	18	4

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 6

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

NOVEMBRE 1911 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	758, 9	758, 0	758, 4	758, 4	12, 0	14, 4	12, 7	14, 5	11, 1	12, 6		
2	758, 4	757, 7	758, 4	758, 2	11, 6	14, 4	13, 3	14, 5	10, 8	12, 6		
3	759, 4	758, 8	760, 0	759, 4	12, 4	14, 6	12, 3	14, 8	11, 0	12, 6		
4	761, 4	760, 6	761, 6	761, 2	11, 4	15, 0	12, 5	15, 1	10, 2	12, 3		
5	760, 9	758, 4	758, 1	759, 1	12, 0	16, 0	13, 6	16, 2	10, 5	13, 1		
6	755, 4	754, 6	754, 9	755, 0	12, 0	14, 8	13, 5	15, 6	9, 5	12, 6		
7	757, 4	757, 4	758, 8	757, 9	11, 8	11, 4	9, 9	13, 5	9, 9	11, 3	4, 2	pioggia
8	758, 5	758, 2	757, 6	758, 1	9, 0	11, 0	10, 3	11, 4	8. 8	9, 9	0, 5	pioggia
9	755, 8	753, 1	752, 6	753, 8	8, 4	12, 4	12, 7	12, 8	7, 3	10. 3		
10	752, 6	752, 2	753, 0	752, 6	10, 0	11, 0	11, 5	14, 6	9, 7	11, 4	12, 6	pioggia
11	754, 7	754, 9	756, 7	755, 4	8, 8	11, 7	11, 1	12, 0	8, 5	10. 1	4, 1	pioggia
12	758, 7	757, 7	757, 2	757, 9	7, 0	11, 1	9, 2	11, 4	6, 3	8, 5		
13	754, 2	752, 9	755, 2	753, 8	10, 0	10, 4	10, 1	10, 5	8, 5	9, 8	14, 5	pioggia
14	760, 5	761, 4	761, 7	761, 2	11, 0	14, 4	12, 2	14, 5	9, 5	11, 8	11, 7	pioggia
15	760, 1	756, 9	757, 8	758, 3	10, 2	13, 3	11, 2	13. 3	9, 7	11, 1		
16	754, 8	754, 4	755, 4	754, 9	8, 2	11, 6	10, 2	11, 8	8, 2	9, 6		
17	754, 8	752, 5	751, 0	752, 8	9, 2	11, 1	7, 4	11, 2	7, 4	8, 8		
18	744, 5	739, 3	738, 9	740, 9	7, 4	11, 2	7, 6	11, 3	5, 5	8. 0	0, 3	pioggia
19	732, 6	734, 9	738, 6	735, 2	9, 6	10, 7	10, 4	12, 1	7, 4	9, 9	9, 9	pioggia
20	742, 2	742, 6	745, 2	743, 3	9, 4	13, 5	11, 6	14, 5	9, 4	11, 2		
21	747, 3	746, 9	746, 2	746, 8	9, 4	10, 7	8, 8	11, 6	8, 5	9, 6		
22	746, 0	746, 9	747, 3	746, 7	7, 0	9. 0	8, 8	10, 0	6, 5	8, 1		
23	745, 3	744, 4	745, 5	745, 1	8, 6	17, 1	12, 2	17, 8	8, 0	11, 6		
24	744, 9	745, 8	747, 1	745, 9	14, 2	16, 4	13, 1	17, 3	11, 3	14, 0	1, 2	pioggia
25	747, 6	747, 2	747, 6	747, 5	11, 0	12, 6	10, 9	13, 1	10, 5	11, 4		
26	751, 1	753, 7	755, 5	753, 4	9, 0	10, 7	10, 3	11, 3	8, 8	9, 8	0, 3	pioggia
27	759, 4	760, 6	763, 3	761, 1	8, 4	10, 8	9, 2	11, 5	8, 0	9, 3		
28	764, 6	764, 3	764, 8	764, 6	9, 0	8. 9	8, 5	9, 8	8, 5	9, 0		
29	764, 8	764, 8	765, 2	764, 9	9, 0	10, 0	9, 4	10, 2	8, 2	9, 2		
30	763, 9	762, 1	761, 9	762, 6	9, 8	11, 5	8, 7	11, 6	8, 3	9, 6		
	754, 4	753, 8	754, 5	754, 2	9, 9	12, 4	10, 8	13, 0	8, 9	10, 6	59, 3	

Altezza barometrica massima 765mm, 2 g. 29
» » minima 732, 6 » 19
» » media 754, 2

Temperatura massima 17°, 8 g. 23
» minima 5, 5 » 18
» media 10, 6

Nebbia nei giorni 6, 7, 10, 12, 13, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30.
Temporale nel giorno 10.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^m,8)

NOVEMBRE 1911 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	9^h	15^h	21^h		mm
1	8,0	8,0	8,5	8,2	76	65	78	73	5	6	6	W	W	?	1	1,8
2	8,2	9,0	8,7	8,6	81	74	75	77	8	8	10	W	W	W	5	2,7
3	8,0	8,4	8,3	8,2	74	68	78	73	5	2	0	W	N	?	1	2,1
4	7,6	8,1	8,4	8,0	76	64	78	73	0	0	0	SW	W	SW	3	1,8
5	8,2	8,7	8,5	8,5	78	64	73	72	0	0	0	W	?	W	2	1,7
6	8,2	9,6	9,8	9,2	78	76	85	80	8	10	10	?	W	?	1	1,5
7	9,6	9,3	8,3	9,1	93	93	91	92	10	10	10	W	NW	?	1	1,0
8	6,7	7,1	6,9	6,9	79	73	73	75	10	8	6	W	W	SW	4	1,3
9	7,3	8,4	8,9	8,2	89	79	81	83	8	8	7	SE	SE	S	11	0,8
10	8,7	9,3	8,5	8,8	96	95	84	92	8	10	10	W	?	NW	10	1,0
11	7,8	8,9	8,3	8,3	92	86	84	87	3	5	0	W	?	SW	3	0,9
12	6,8	8,3	8,2	7,8	91	84	95	90	10	10	10	?	?	?	0	0,6
13	8,2	8,9	8,8	8,6	90	95	95	93	10	10	10	SW	N	W	3	0,3
14	8,8	9,8	8,1	8,9	90	80	76	82	2	4	3	W	W	W	7	1,0
15	6,9	7,2	7,4	7,2	74	63	74	70	0	0	0	?	?	?	2	2,4
16	7,0	8,2	7,4	7,5	86	81	78	82	0	0	0	?	?	W	2	1,5
17	6,4	7,3	6,2	6,6	73	74	80	76	10	6	8	W	W	?	1	1,1
18	7,2	8,9	7,5	7,9	94	90	96	93	10	6	10	SE	SE	W	8	0,6
19	8,2	7,1	4,4	6,2	92	74	46	71	10	5	0	W	W	W	9	1,2
20	5,6	6,3	6,4	6,1	64	55	63	61	0	2	0	?	SW	S	3	2,4
21	6,7	7,8	7,0	7,2	76	84	82	80	4	3	5	?	NW	?	3	1,8
22	7,0	7,9	7,8	7,6	94	92	92	93	10	10	10	W	W	W	2	1,0
23	7,7	8,9	9,3	8,6	92	62	88	81	5	7	8	W	SE	W	13	0,6
24	9,6	9,6	8,5	9,2	80	69	76	75	5	5	0	SW	NW	NW	10	1,3
25	7,8	7,8	8,1	7,9	80	72	83	78	2	6	10	W	?	?	6	1,5
26	7,6	8,7	8,5	8,3	89	91	91	90	2	5	0	?	?	?	0	0,8
27	7,6	8,9	8,4	8,3	92	92	97	94	8	6	10	?	?	?	0	0,3
28	8,2	9,9	8,2	8,8	96	93	99	96	10	10	10	SE	E	?	1	0,2
29	7,9	8,0	7,9	7,9	92	87	89	89	10	10	10	?	?	?	0	0,3
30	7,9	7,8	7,6	7,8	87	77	90	85	10	7	7	W	NW	?	1	0,7
	7,7	8,4	8,0	8,0	85	78	82	82	6	6	6				4	1,2

Tens. del vapor acq. mass. 9,9 g. 28
» » » » min. 4,4 » 19
» » » » media 8,0

Umidità relativa mass. 99 g. 28
» » min 46 » 19
» » media 82

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
2	0	1	6	2	7	33	6

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 6

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

DICEMBRE 1911 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass min. 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	761,5	759,5	759,5	760,2	7,0	8,7	6,7	9,4	6,2	7,3		
2	760,1	760,6	761,4	760,7	7,2	9,4	7,8	9,5	6,1	7,6		
3	760,6	759,3	759,5	759,8	5,2	7,8	4,4	8,0	4,2	5,4		
4	759,5	759,0	759,1	759,2	4,0	5,8	5,6	6,2	2,1	4,5		
5	759,1	758,5	759,1	758,9	5,7	6,3	6,3	6,6	5,0	5,9	0,6	pioggia
6	761,6	762,2	763,2	762,3	5,0	6,0	6,4	6,5	5,0	5,7	0,5	pioggia
7	761,9	759,2	756,7	759,3	7,2	7,8	6,9	7,8	6,2	7,0	1,3	pioggia
8	754,3	753,1	752,2	753,2	6,4	7,2	7,0	7,4	6,4	6,8	3,3	pioggia
9	752,0	750,5	751,0	751,2	7,0	9,4	7,7	9,6	6,3	7,6		
10	755,7	755,9	754,8	755,5	6,2	8,6	6,5	8,8	5,3	6,7		
11	750,8	746,7	744,8	747,4	5,0	5,7	5,3	6,5	5,0	5,4	2,9	pioggia
12	748,2	751,3	753,7	751,1	5,0	6,8	5,4	8,0	4,0	5,6	2,0	pioggia
13	756,6	756,9	757,8	757,1	2,0	5,2	4,1	5,9	1,4	3,4		
14	757,5	757,9	758,7	758,0	3,7	6,3	6,0	6,5	3,4	4,9	8,8	pioggia
15	759,4	758,1	756,5	758,0	5,2	6,4	5,8	7,1	5,0	5,8		
16	754,5	754,2	756,4	755,0	5,2	7,6	7,8	7,8	5,2	6,5	8,0	pioggia
17	762,4	760,4	763,8	762,2	7,4	10,8	7,8	11,2	7,4	8,4		
18	764,5	763,8	763,6	764,0	6,2	9,0	6,6	9,2	5,2	6,8		
19	763,3	762,6	762,1	762,7	5,0	9,0	6,8	9,1	4,5	6,4		
20	759,0	756,3	755,0	756,8	4,2	4,6	4,2	6,8	3,5	4,7	0,1	pioggia
21	754,7	750,9	748,6	751,4	4,0	4,3	3,7	5,1	3,7	4,1		
22	749,6	752,1	753,0	751,6	11,6	12,2	10,3	12,6	2,2	9,2		
23	746,5	746,2	752,0	748,2	4,8	11,6	10,2	12,0	3,6	7,6		
24	758,8	758,0	757,9	758,2	7,4	10,0	7,0	11,0	7,0	8,1		
25	752,8	747,2	747,3	749,1	4,4	2,9	1,8	7,0	1,3	3,6	8,4	pioggia e neve
26	750,4	751,6	752,6	751,5	6,2	9,4	9,7	10,2	−0,4	6,4		
27	748,7	746,3	747,9	747,6	4,4	6,6	6,3	9,7	3,8	6,0		
28	755,2	755,7	757,0	756,0	7,0	9,5	6,7	10,1	5,5	7,3		
29	756,4	755,7	755,7	755,9	3,4	6,0	5,3	6,7	2,1	4,4		
30	757,4	757,9	758,2	757,8	3,6	5,9	4,1	6,5	2,6	4,2		
31	757,9	759,5	763,2	760,2	2,2	4,8	0,7	5,4	0,3	2,2		
	756,5	755,7	756,2	756,1	5,4	7,5	6,2	8,2	4,2	6,0	35,9	

Altezza barometrica massima 764,5 (mm) g. 18
» » minima 744,8 » 11
» » media 756,1

Temperatura massima 12°,6 g. 22
» minima — 0,4 » 26
» media 6,0

Nebbia nei giorni 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 16, 20, 21, 27, 29, 30, 31.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

DICEMBRE 1911 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		mm
1	6,8	7,6	7,0	7,1	91	90	96	92	10	5	10	W	NW	SW	1	0,6
2	6,5	6,4	6,1	6,3	85	72	78	78	10	0	0	?	W	W	2	0,7
3	5,6	6,2	6,1	6,0	84	79	97	87	0	0	10	?	?	?	3	1,0
4	5,9	5,8	6,2	6,0	97	85	91	91	10	10	10	?	?	?	0	0,5
5	6,1	6,2	5,8	6,0	89	86	80	85	10	10	10	?	?	?	0	0,2
6	6,3	6,6	6,7	6,5	97	94	92	94	10	10	10	W	W	W	2	0,4
7	6,9	6,6	6,9	6,8	91	83	93	89	10	10	10	?	?	?	3	0,5
8	6,6	6,9	7,0	6,8	91	91	94	92	9	10	10	?	?	?	2	0,2
9	6,4	7,2	6,2	6,6	85	81	79	82	5	3	7	W	?	W	3	0,4
10	5,6	5,7	5,3	5,5	79	68	73	73	5	0	2	W	W	S	7	1,1
11	5,7	6,5	6,4	6,2	87	95	95	92	10	10	10	W	W	W	3	0,8
12	5,3	5,9	5,7	5,6	81	79	90	83	10	0	4	W	NW	S	14	0,6
13	4,5	5,7	5,0	5,1	86	86	82	85	9	8	10	NW	?	SW	6	1,1
14	5,9	5,6	5,0	5,5	98	79	85	87	10	10	10	W	W	W	7	1,0
15	6,2	6,6	6,3	6,4	94	91	91	92	10	10	10	?	?	SE	1	1,3
16	6,4	6,5	6,6	6,5	97	83	83	88	10	7	10	W	NW	W	7	0,9
17	7,2	5,2	6,1	6,2	94	54	78	75	10	0	0	W	W	?	5	1,9
18	6,0	5,8	6,2	6,0	85	68	85	79	0	0	0	W	?	?	4	1,5
19	5,3	6,3	5,8	5,8	81	73	78	77	0	0	0	?	?	?	1	1,2
20	5,6	6,0	6,0	5,9	90	93	97	93	10	10	10	S	W	W	1	0,7
21	5,9	5,9	5,9	5,9	97	95	98	97	10	10	10	?	?	W	2	0,4
22	4,1	3,3	3,6	3,7	40	31	38	36	2	2	3	SW	SW	SW	17	5,0
23	3,8	4,6	4,0	4,1	59	45	42	49	0	0	0	W	W	SW	10	4,5
24	3,3	4,2	3,7	3,7	42	46	49	46	2	6	3	SW	?	W	12	4,7
25	3,9	4,6	4,5	4,3	62	81	85	76	10	10	10	W	NW	SW	6	2,3
26	3,6	5,6	2,1	3,8	50	64	23	46	0	0	0	W	W	SW	12	3,2
27	3,5	4,5	4,3	4,1	56	62	61	60	8	4	2	NW	NW	SW	9	3,5
28	4,1	3,4	3,7	3,7	55	39	50	48	0	0	0	SW	W	SW	10	3,8
29	3,3	4,6	5,2	4,4	57	66	78	67	2	7	0	S	W	W	6	2,6
30	4,9	5,4	5,0	5,1	82	77	82	80	6	6	0	?	?	?	3	1,4
31	4,8	5,1	4,5	4,8	89	79	92	87	2	7	6	?	W	W	3	1,5
	5,4	5,7	5,4	5,5	80	75	79	78	6	5	6				5	1,6

Tens. del vapor acq. mass. 7,6 g. 1
» » » » min. 2,1 » 26
» » » » media 5,5

Umidità relativa mass. 98 g. 14, 21
» » min. 23 » 26
» » media 78

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
0	0	0	1	4	12	36	7

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 6

SOPRA UN CASO

DI

Pseudoermafroditismo femminile esterno (Klebs)

NOTA ANATOMICA

DEL

Prof. GIULIO VALENTI

letta nella Seduta del 10 Marzo 1912

(CON TAVOLA)

Venne per la prima volta descritto da A. Filippi (1) nel 1881, un individuo denominato Virginia Mauri e soprannominato *Zepthe Akaire*, nato a Roma nel 1859. Lo stesso individuo fu da alcuni giudicato di massima importanza per la Medicina Legale (Ottolenghi e Lombroso (2); e successivamente alla pubblicazione del Filippi venne fatto oggetto di diverse altre pubblicazioni (Zuccarelli (3), Bergonzoli (4), Ravaglia (5), Bruch (6), e Taruffi (7)).

Trattasi di un caso di *Ermafroditismo femminile esterno* (Klebs). Essendo ora tale individuo venuto a morte in Bologna (Gennaio 1912), ed avendo io potuto avere a disposizione i suoi genitali unitamente alla parte inferiore del tronco, ne faccio oggetto della presente nota, poichè anche dal lato anatomico non si è presentato senza particolarità degne di interessamento.

Il Filippi descrive con molta diligenza tanto i caratteri somatici generali che la conformazione dei genitali esterni della V. M., che io stesso ebbi occasione di esaminare in vita, nel 1896, facendone oggetto di una lezione sull' Ermafroditismo tenuta agli stu-

---

(1) A. Filippi — Uomo o donna? — *Lo sperimentale*, A. XXXV, — T. XLII. *Firenze*, 1881, p. 536-551. — Ed inoltre, *Manuale di Medicina legale*; — *ed. F. Vallardi*. Vol. I, p. 116 (al capitolo intitolato: *Femmine che paion maschi*).

(2) Vedi in Filippi: Manuale di Med. leg. (citato), p. 123.

(3) A. Zuccarelli — L'Anomalo, Anno V, p. 78. — *Napoli*, 1892.

(4) G. Bergonzoli — Di un caso di ermafroditismo. — *Boll. Scientifico di Pavia*, Anno XV, nr. 1, p. 9. — *Pavia*, 1893.

(5) G. Ravaglia — Conferenza. — *La Rassegna medica*, Anno IV, *Bologna*, 1896.

(6) A. Bruch — Ein Ermaphrodit. — *Nebst Bemerkungen von R. Virchow*. — Berliner medic. Gesellschaft, 2 Febb. 1898. — Berliner Wochenschrift, 1898, nr. 8, s. 177.

(7) C. Taruffi — *Memorie della R. Accad. delle Sc. di Bologna*. Serie V, T. VII, p. 759. — *Bologna*, 1897.

denti di Medicina nell' Università di Perugia. Sia per avere il Filippi constatato in essa la presenza di un utero, sebbene piccolo ed atrofico nella porzione intravaginale del collo, sia in considerazione delle tendenze dichiarate dalla Mauri stessa per il sesso maschile, e per l'asserzione fatta da questa di avere normali ricorrenze mestruali, egli emette il giudizio, senza venire ad una conclusione definitiva, che si tratti di un individuo di sesso femminile. La V. M, dice il Filippi dopo averla esaminata all'età di 20 anni, « è a parer mio *prevalentemente donna* », e conferma questa sua opinione nel 1893 dopo un ripetuto esame fatto alla distanza di circa 12 anni dal primo. E ciò, nonostante che anteriormente ad una ristretta apertura vulvare lo stesso soggetto presentasse un « cilindro carnoso » in forma di un pene, lungo allo stato di flaccidezza, sulla linea mediana del dorso, 5,5 centimetri, ed avente alla base una periferia di 8 centimetri; e nonostante che per diversi caratteri (barba folta e lunga, disposizione maschile dei peli al pube, stato atrofico delle mammelle, forma del torace e dell'addome, tono della voce ecc.) avrebbe potuto essere giudicato di sesso maschile.

Il Taruffi pubblica nelle Memorie di quest'Accademia (l. c.) unitamente ad una brevissima nota, una tavola che chiaramente dimostra tanto i caratteri generali del corpo che la conformazione dei genitali esterni della V. M., rimandando per la relativa illustrazione ad un articolo designato come Art. IV della Parte II delle sue « Memorie sull' Ermafroditismo », con il titolo « *a sesso incerto nel vivente* », che forse la morte gli ha impedito di pubblicare poichè invano tale articolo fu da me ricercato (1).

Il Lombroso ebbe a dire riguardo alla Mauri in un documento che vien riportato dal Filippi nel suo Manuale di Medicina legale, che « *nulla assicura che sia veramente donna e che non sia un uomo con alcuni caratteri maschili* ».

Tralasciando di ripetere tutto quanto si trova nelle citate pubblicazioni riguardo ai caratteri somatici generali, alla storia, alle tendenze, ed alle qualità intellettuali e morali della V. M., mi limito in questa nota alla descrizione dei suoi genitali e di alcune particolarità forse non prive d' interesse, delle parti avute in esame. Ma per quanto riguarda la conformazione dei genitali esterni, l'esame sul cadavere poco ha fatto aggiungere a quanto già il Filippi aveva con molta esattezza descritto nel vivente. Ciò chiaramente risulta anche dall'osservazione comparativa dell'annessa figura nr. 1, riprodotta da fotografia, con la figura da lui già pubblicata per la prima volta nel 1881 (V. *Sperimentale* (l. c.) pag. 546).

Parti genitali esterne. — I genitali esterni della V. M. presentano alla descrizione: — le grandi labbra, — le piccole labbra, — il vestibolo uretro-vaginale con i relativi orifizi uretrale e vaginale, — ed un voluminoso clitoride, il quale sia per il volume che per la conformazione ben potrebbe essere considerato come un pene; ma per la mancanza dell'uretra è da distinguere dall'organo copulatore maschile.

Riguado al *monte di Venere* può dirsi che esso non esista come rilevatezza rotondeggiante pre-pubica, quale si presenta ordinariamente nella donna. La cute corrispondente al

(1) Vedi nelle *Mem. dell'Accad. delle Sc. di Bologna*; — Serie V, T. VII-VIII-IX. Anni 1897-1902.

pube è ricoperta da folti e lunghi peli, quasi neri, convergenti per lo più verso la linea mediana, i quali vanno diradandosi in alto per continuarsi senza limite ben definito con peli sparsi per tutta la parete anteriore dell'addome. Lungo la linea mediana di questa gli stessi peli sono più lunghi e più folti, e precisamente come si verifica nell'uomo conservano tali caratteri fino all'ombelico.

Le *grandi labbra* sono normali, hanno la lunghezza di 8 millimetri ed uno spessore massimo nella loro parte media di circa 2,5 centimetri. Sono ben distinte tanto dalla faccia mediale delle coscie che dalle « piccole labbra », per mezzo dei rispettivi *solchi genito-crurali* e *solchi interlabiali*. La loro faccia laterale è coperta per tutta la sua estensione da peli, i quali si fanno più folti presso il relativo margine libero e si continuano in dietro fino all'apertura anale, che è contornata, come nell'uomo, da peli alquanto sviluppati. La faccia mediale delle grandi labbra è ricoperta da peli nella sua metà anteriore e nel rimanente ha l'aspetto di una mucosa. — Delle loro due estremità le anteriori sono ricoperte da folti peli e terminano liberamente in modo appuntato (senza cioè dar luogo ad alcuna piega o commessura) convergendo verso la linea mediana al di sopra della radice del voluminoso clitoride. Esse vengono così ad abbracciare questa radice stessa, rimanendo separate fra loro da una superficie cutanea pianeggiante estesa in senso trasversale per circa un centimetro e mezzo, ricoperta pure da peli. Tale cute si continua direttamente, in basso, con la cute che riveste il clitoride, facendosi glabra alla radice di questo. — Le estremità posteriori delle grandi labbra si sperdono insensibilmente ai lati dell'apertura vulvare senza giungere a delimitarla, senza cioè dar luogo ad alcuna disposizione che potesse essere considerata come una commessura (commessura posteriore). Solamente nel divaricarle artificialmente si nota la formazione di una piega diretta in senso trasversale alla distanza di circa due centimetri dall'orifizio anale, la quale viene a separare la vulva dal perineo (*frangia perineale* di Waldeyer).

Le *piccole labbra* sorgono dalla parte posteriore della faccia mediale delle grandi labbra, ad un livello corrispondente circa a metà dell'altezza dell'apertura vaginale. Da questa parete vanno sviluppandosi anteriormente, e prendendo la forma di una cresta rotondeggiante raggiungono la lunghezza massima di un centimetro. Il loro spessore è di circa 4 millimetri. Delimitano la parte più alta del vestibolo uretro-vaginale, cioè tutta la parte anteriore od uretrale di questo (*vestibolo della vagina* in senso ristretto) convergendo fra loro al disopra del vestibolo stesso e separandolo dalla radice del clitoride. A differenza di quanto si osserva in casi normali, le estremità anteriori di tali piccole labbra non si dividono nelle due branche, branca anteriore e branca posteriore al clitoride; ma al livello della radice di questo, conservando la semplice forma di pieghe, si avvicinano l'una all'altra per 3-4 millimetri senza entrare in reciproco rapporto; successivamente deviano ciascuna lateralmente, piegandosi ad angolo per circondare il clitoride, mentre diminuiscono alquanto di altezza. Sul dorso di questo, ove presentano un'altezza di mezzo centimetro, le pieghe dei due lati si continuano senza distinzione fra di loro, dando origine attorno al corpo dello stesso clitoride ad una piega cutanea circolare, simile alla piega che in condizioni normali rappresenta il prolungamento della branca posteriore della stessa

estremità anteriore delle piccole labbra e costitusce il *prepuzio del clitoride.* Differentemente dalla disposizione normale del « prepuzio femminile », la stessa piega ora descritta non trovasi in rapporto con il ghiande del corrispondente clitoride, ma è alquanto distante da questo a causa della lunghezza straordinaria del clitoride medesimo, mentre nello spazio intercedente trovasi altra piega cutanea avente l'aspetto di un « prepuzio maschile », come più innanzi descriveremo.

Il *vestibolo uretro-vaginale* (1) si presenta, essendo la vulva divaricata, come un infossamento infundibuliforme schiacciato in senso trasversale. La sua porzione anteriore, o *porzione uretrale* (la porzione cioè che impropriamente vien detta anche « vestibolo della vagina ») è limitata lateralmente dalle piccole labbra, la cui faccia mediale si continua con essa quasi senza distinzione. La sua porzione posteriore (vero *vestibolo vaginale*) non è che in piccola parte delimitata lateralmente dalle piccole labbra, le quali non arrivano come già abbiamo notato, a circondare l'orifizio vaginale: Ma direttamente corrispondono a questo le faccie mediali delle due grandi labbra che si continuano senza distinzione con la parte inferiore dell'infossamento infundiboliforme che conduce alla vagina. Così, tanto le piccole labbra che le grandi labbra, unitamente alla porzione uretrale del vestibolo uretro-vaginale, vengono insieme a delimitare uno spazio conico a base antero-inferiore, con l'asse inclinato in basso, al cui apice corrisponde l'orifizio della vagina. — Anteriormente a questo, si presenta sul « vestibolo uretrale » un normale *meato urinario.* Ma questo, in conseguenza della disposizione infundiboliforme ora notata dell'intiero vestibolo uretro-vaginale, viene a trovarsi alquanto profondamente se considerato in relazione alle altre parti della vulva, e precisamente trovasi alla distanza di più che tre centimetri e mezzo dal punto di emergenza della faccia posteriore del clitoride.

Lungo la linea mediana della stessa porzione uretrale del vestibolo, e cioè fra il meato urinario e la radice del clitoride, si nota un lieve infossamento lineare limitato lateralmente da due margini irregolari leggermente rilevati, in modo da aversi una specie di benderella (Fig. 1 *b. m*) che si differenzia dal resto del vestibolo uretrale stesso e che indubbiamente rappresenta una sviluppatissima *briglia mascolina del vestibolo* (Pozzi) (2), ossia un rudimento del « corpo spugnoso dell'uretra maschile ». Ai lati di quel meato urinario si trovano piccoli infossamenti mucosi e piccolissimi orifizi ghiandolari.

L'orifizio inferiore della vagina non si manifesta che in seguito ad un forte divaricamento della vulva. È distante dalla « frangia perineale » che si produce per lo stesso divaricamento, per circa due centimetri e mezzo, e più che quattro centimetri dal limite anteriore del vestibolo. Non presenta traccie di « imene » nè di « caruncole mirtiformi »: è tanto ristretto da permettere appena il passaggio di un dito indice, e si presenta di forma quadrilatera a lati curvilinei convergenti verso il centro dell'orifizio medesimo, in modo da circoscrivere una larga fessura in forma di una H. All'anteriore dei quattro margini

---

(1) Vedi, riguardo al significato di tale denominazione, in: Poirier; — *Traité d'Anatomie humaine*, Paris, 1901. T. V, pag. 556.

(2) Pozzi — De la bride masculine du vestibule chez la femme et de l'origine de l'hymen. — *Ann. de Gynecol.* 1884, XXI. p. 268.

corrisponde un voluminoso *tubercolo vaginale* (carina vaginae) che trovasi in continuità con la *colonna anteriore* della vagina. Tale tubercolo è diviso nella sua faccia anteriore in due porzioni laterali da una doccia mediana longitudinale che si prolunga in avanti fin quasi al meato urinario. È da ritenere come probabile che tale disposizione del tubercolo vaginale sia dovuta ad un taglio chirurgico che secondo quanto racconta il Filippi (1) la V. M. avrebbe subìto all'età di 5 anni perchè ritenuta affetta da « atresia vulvare ».

Il *clitoride* è rappresentato dalla voluminosa appendice carnosa, di forma cilindrica, che sorge anteriormente al descritto vestibolo; misurato sul dorso presenta una lunghezza di 6 cm. e nella sua faccia inferiore di 32 mm. La sua periferia è di circa 9 centimetri. Riguardo a tali cifre è da notare che sebbene date da misurazioni prese sul pezzo anatomico precedentemente fissato con soluzione di Formolo, esse sono più elevate delle cifre corrispondenti alle stesse misurazioni prese dal Filippi al 20° anno di età della V. M. — Lo stesso organo, che soltanto per essere imperforato si può differenziare da un pene come già abbiamo notato, è provvisto di un *ghiande* voluminoso quanto un ghiande umano maschile, e leggermente appuntato similmente alla forma del ghiande di alcune scimmie. Lo stesso ghiande è circondato alla sua base da una regolare « *corona* » avente una periferia di 9,5 cm., distinta dal resto del clitoride da un solco alquanto profondo (*solco balano-prepuziale*). In dietro a questo notasi un breve prepuzio ben differenziato dalla piega cutanea già descritta come prolungamento anteriore delle piccole labbra per mezzo di altro solco, più largo e più superficiale del precedente, ove la cute è pure intimamente aderente ai tessuti sottostanti. Tale prepuzio, da paragonarsi ad un « prepuzio maschile », non ricopre il ghiande, essendo molto breve e giungendo con il suo margine libero a livello della relativa corona. Contornando questa, viene a sporgere dalla periferia del ghiande per lo spessore del suo margine libero, che è minimo in corrispondenza della faccia dorsale del ghiande stesso e massimo in corrispondenza della sua faccia inferiore, ove raggiunge 9 mm. La sua lunghezza è di 1 cm. sul dorso del clitoride e di 1,5 cm. inferiormente. La linea d'impianto di tale prepuzio, come pure il corrispondente solco balano-prepuziale, per raggiungere partendo dal dorso del clitoride, la faccia inferiore di questo, discendono obliquamente in avanti. Presso la linea mediana di quest'ultima faccia, il solco balano-prepuziale termina a fondo cieco da ambedue i lati, mentre il prepuzio si continua con due rilevatezze che risalgono in senso sagittale, medialmente ai cul-di-sacco del solco, sulla stessa faccia inferiore del ghiande; ed in questa finiscono per scomparire. Le stesse rilevatezze delimitano una stretta e profonda fessura che viene a trovarsi sulla linea mediana della faccia inferiore del glande, nella regione cioè ove dovrebbe trovarsi il « frenulo del prepuzio » (v. Fig. 1). Essa ha tutta l'apparenza di un « meato urinario maschile » leggermente ipospadico, e presenta un'estensione di circa 8 millimetri; ma termina a fondo cieco, non approfondendosi più di 4 millimetri.

Delle sezioni eseguite in vario senso sul clitoride ora descritto nella sua conformazione esterna, dimostrano che tale organo è costituito da due ben sviluppati « corpi cavernosi »,

---

(1) *Lo Sperimentale* (l. c.) pag. 547.

riuniti fra loro da un forte e spesso sepimento (*sètto mediano*), che questi sono rivestiti da invogli simili agli ordinari « invogli del pene », e che a costituire il ghiande si trova uno « speciale corpo spugnoso », il quale sul dorso del ghiande stesso è spesso da 6-7 mm. Questo presenta con le estremità anteriori dei corpi cavernosi i medesimi rapporti di contiguità che il ghiande del pene con i relativi corpi cavernosi e si mantiene da essi indipendente. In corrispendenza della faccia inferiore dello stesso ghiande, il relativo corpo spugnoso delimita la fessura somigliante ad un meato urinario maschile che vi corrisponde, e termina all'estremità posteriore di questa, senza continuarsi con un « corpo spugnoso uretrale », del quale solamente una traccia è rappresentata dalla « briglia mascolina del del vestibolo » già sopra descritta.

Organi genitali interni. — Gli organi genitali interni della V. M. sono rappresentati: — dalla *vagina*: — dall'*utero* con ambedue le *trombe* —; e da due *ovaie* atrofiche (Fig. 2).

La « vagina », è, come normalmente, in forma di un canale appiattito in senso antero-posteriore, leggermente curvilineo a concavità antero-superiore. È lunga 6 cm. nella sua parete anteriore, 8 cm. nella parete posteriore, ed ha un diametro trasverso di circa 18 millimetri per quasi tutta la sua lunghezza, allargandosi un poco in alto. La sua superficie interna è liscia posteriormente e presenta nella parete anteriore un rudimento di « colonna », che è in continuazione con il descritto tubercolo vaginale. Nella metà anteriore della stessa parete vaginale si trovano numerose e piccole *rughe vaginali*. All'estremità superiore della vagina trovasi a fare sporgenza nella cavità di questa un piccolo *muso di tinca* (della larghezza di circa 1,5 cm.) appiattito in senso antero-posteriore e provvisto di un regolare orifizio in forma di fessura estesa trasversalmente per 7-8 millimetri. Dei suoi due labbri soltanto il labbro posteriore è nettamente distinto dalla corrispondente parete vaginale per mezzo di un piccolo « fornice ». — Le pareti di tale vagina presentano per tutta l'estensione di questa un notevole spessore che specialmente si fa rilevante in basso, ove straordinariamente sviluppato è il relativo strato muscolare e sviluppatissimo pure il « muscolo costrittore ».

Nell'*utero* si presentano ben distinti il « corpo » ed il « collo ». È invaso il primo da un voluminoso « fibromioma » che ha sede nella sua parete posteriore e nel fondo, imprimendo ad esso la forma di un ovoide con la grande estremità rivolta in alto e l'altra in basso e posteriormente. Ha un diametro longitudinale di 11 cm., ed un diametro trasverso massimo di 9 cm. — Il *collo uterino* raggiunge in lunghezza 5 cm. Ha pareti sottili, è di forma cilindrica, e presenta, sporgenti in cavità, numerose *pliche palmate* in rapporto con le relative colonne (albero della vita). La cavità cervicale comunica liberamente in basso con la vagina ed in alto con la cavità del corpo. Questa è ricoperta da mucosa di aspetto normale, che in gran parte aderisce con la sua superficie esterna al tessuto del fibromioma; si estende in profondità, lungo la linea mediana, per più di 5 cm., e lateralmente si prolunga fino agli orifizi uterini delle trombe i quali comunicano liberamente con essa e sono distanti circa 8 cm. dall'orifizio interno del collo.

Le due *trombe uterine* sono di normale lunghezza ma presentano un piccolo padiglione e sono impervie nella loro parte distale. Nell'ala peritoneale che le contiene trovasi accumulata in mezzo alle lamine peritoneali ed in prossimità del padiglione una notevole quantità di adipe. — Si distinguono nettamente i due *organi di Rosenmueller*, e dal lato destro si trova pure l'*idatide di Morgagni*. — Una disposizione perfettamente normale viene presentata dai « legamenti rotondi dell'utero ».

Da ambedue i lati si trovano le *ovaie*, ma in stato di notevole atrofia Esse si presentano, posteriormente alle trombe uterine dalle quali vengono abbracciate, come due piccoli corpi fusiformi della lunghezza di circa 3,5 cm., schiacciati in senso trasversale, sporgenti appena 6 millimetri dalla corrispondente aletta peritoneale; hanno uno spessore massimo di 4 mm. La loro superficie libera presenta lo stesso aspetto della superficie peritoneale dalla quale fanno sporgenza, mancando ogni traccia di *confine ovarico* (Romiti). La dissezione e l'esame microscopico han chiaramente dimostrato che tanto l'ovaio destro che quello di sinistra sono ricoperti per tutta la loro superfice da uno spesso invoglio fibroso, il quale è in diretta continuazione con il peritoneo, e ben distinto, a mo' di una capsula, dal tessuto sottostante.

Dall'esame di sezioni microscopiche eseguite in ambedue le ovaie in senso trasversale corrispondentemente alla loro parte media, è facile constatare che il loro parenchima è quasi unicamente costituito da un tessuto connettivo a fasci strettamente serrati fra loro (Fig. 3). Questi presentano in prevalenza una disposizione raggiata, convergendo verso l'*ilo*. Non si è presentata nelle sezioni praticate per l'estensione di quasi un centimetro nella parte media delle due ovaie, alcuna traccia di « follicoli ovarici ». In mezzo a quel tessuto fibroso si trovavano dei vasi, dei quali alcuni con pareti in degenerazione ialina. Corrispondentemente alla loro faccia mediale s'insinuava nello spessore di ambedue le ovaie, ed in maggior quantità nell'ovaio di destra (Fig. 3), del tessuto connettivo lasso contenente una grande quantità di vasi, che rappresentava il relativo « peduncolo vasculare ».

Ghiandole surrenali. — Ambedue le ghiandole surrenali sono straordinariamente voluminose, a superficie bernoccoluta ed a margini molto irregolari (Fig. 4). La ghiandola surrenale destra, la cui forma si avvicina maggiormente che quella della ghiandola surrenale sinistra, alla forma normale degli stessi organi, presenta un diametro longitudinale di 7 cm., ed un diametro trasverso massimo, alla base, di 6,5 cm. La ghiandola surrenale sinistra, più voluminosa che la destra, presenta una forma più irregolare, ed assomiglia ad un ovoide, con un diametro longitudinale di 11 cm. e con un diametro trasverso massimo di 7,5 cm Lo spessore della stessa ghiandola surrenale sinistra raggiunge in alcuni punti un massimo di 2,8 cm. e quello della ghiandola surrenale destra non oltrepassa i 2 cm. L'esame istologico di numerose sezioni praticate in varie parti di ambedue questi organi e per l'intiero spessore, ha dimostrato che il loro straordinario volume viene prevalentemente data dalla sostanza midollare (1).

---

(1) È da avvertire che i preparati istologici furono eseguiti dopo più di 48 ore dalla morte. La fissazione fu fatta in *liquido di Müller* con aggiunta di 10 parti di *soluz. di Formolo* al 40 %. I pezzi

La sostanza corticale, dello spessore di circa 2 mm., si presentava normale sia riguardo alla forma e volume dei suoi elementi che riguardo alla disposizione di questi. Solo è da notare per tale sostanza, che alquanto più spessi del normale vi si presentavano i tramezzi di connettivo interposti fra i diversi cordoni cellulari, come pure molto spessa era la capsula fibrosa involgente dalla quale quei tramezzi emanavano. In molti punti, e specialmente in corrispondenza degli infossamenti della superficie, la capsula fibrosa era ricoperta da tessuto adiposo.

La sostanza midollare, fatta pure astrazione dallo stato ipertrofico in cui trovavasi, non poteva dirsi normale nonostante non si presentasse affetta da alcuna neoformazione eteroplastica. Essa era prevalentemente costituita da una grande quantità di « elementi cromaffini » voluminosissimi, dei quali alcuni raggiungevano od anche oltrepassavano i 50 μ di diametro. Questi presentavano in prevalenza una forma prismatica ed erano per lo più aggruppati in modo da costituire dei brevi cordoni di forma irregolare o dei grandi nidi; alcuni, ma rari, erano isolati. Tale tessuto cromaffine non occupava tutto lo spessore della sostanza midollare, ma in mezzo agli ammassi cellulari, sia in forma di cordoni sia in forma di nidi delle cellule cromaffini, si trovavano numerosi ed irregolari spazi di varia estensione, e spesso molto estesi, i quali contenevano del « tessuto adiposo » e del delicatissimo tessuto connettivo, fra le maglie del quale spesso si trovano annidati in grande quantità dei « linfociti » di vario volume (Fig. 5).

Organi corticali accessori. — Nello spessore dei legamenti larghi degli organi genitali sopra descritti, si sono presentati all'osservazione dei corpicciuoli di colore intensamente bruno o quasi nero, alquanto consistenti al tatto, i quali facevano sospettare, ad un semplice loro esame macroscopico, che si trattasse della presenza di quegli organi anomali comunemente designati col nome di « ghiandole surrenali accessorie ». Di tali corpicciuoli due si trovavano presso l'estremità tubarica dell'ovaio sinistro, e presentavano la forma di lenti biconvesse del diametro di 4-5 mm. Un terzo, il più voluminoso, trovavasi a destra, fra l'ovaio ed il padiglione della tuba, e presentava una forma ovoidale con un massimo diametro di più che un centimetro. Di quest'ultimo furono eseguite numerose sezioni microscopiche, le quali han dimostrato essere esso costituito da una sostanza simile alla « sostanza corticale » delle ghiandole surrenali (1). Trattavasi cioè di un vero « organo corticale accessorio », e non precisamente di « una ghiandola surrenale accessoria » mancando di sostanza midollare. La sostanza corticale che unicamente la costituiva era in forma di cordoni cellulari disposti molto irregolarmente, cioè non erano fra loro paralleli nè presentavano una disposizione raggiata come si verifica nella sostanza corticale delle ghiandole surrenali normali (Fig. 6).

---

furono inclusi in paraffina, e le sezioni furono in parte colorate con *ematossilina Delafield* e poi passate per il *liquido di Van Gieson*, ed in parte con *emallume* ed *eosina*.

(1) Le preparazioni istologiche di tali organi furono eseguite con gli stessi processi indicati nella nota precedente.

Bacino. — Il bacino della V. M, che ho esaminato in seguito ad una macerazione che permettesse la permanenza dei legamenti, ha spiccati caratteri di un bacino femminile; ma non può essere considerato come un bacino normale. Esso è straordinariamente basso ed un po' schiacciato in senso sagittale. Si nota da ambedue i lati sulla cresta iliaca, alla distanza di circa 6 cm. dalla spina iliaca anteriore superiore, un sviluppatissimo « tubercolo del medio gluteo ».

Meglio di una particolareggiata descrizione, a dimostrare i caratteri di quel bacino valgano le annesse figure 7 ed 8, e le seguenti misurazioni:

Nel grande bacino:

Distanza massima fra le due creste iliache (misurata esternamente) .	cm.	26,60
» *fra le due spine iliache anteriori superiori* (c. s.)	»	22,00
» *fra le due spine del pube*	»	5,00
» *fra la spina pubica e l'apice del processo spinoso della 5ª vertebra lombare* (diametro antero-posteriore esterno).	»	17,00

Nello stretto superiore:

Diametro antero-posteriore (diametro promonto-pubico minimo). . .	cm.	8,10
» *trasverso massimo*.	»	11,80
Diametri obliqui (dall'articolazione sacro-iliaca di un lato all'eminenza pettinea del lato opposto); da ambedue i lati. . . .	»	11,00

Nello stretto inferiore:

Diametro cocci-pubico	cm.	9,40
» *trasverso bi-ischiatico* (fra le faccie interne delle due tuberosità ischiatiche).	»	9,00
Diametri obliqui (dal mezzo di un « legamento sacro-tuberoso » al mezzo della branca ischio-pubica del lato opposto); da ambedue i lati	»	9,50

Altezza massima del bacino	cm.	17,00
Altezza delle sinfisi del pube	»	3,20
Arcata del pube		74°

Conclusione. — La descrizione fatta dell' intiero apparecchio genitale della V. M. mette fuori di dubbio che tale individuo rappresentasse un caso di « *Pseudoermafroditismo* » da porsi secondo il Klebs nel gruppo degli « Pseudoermafroditi femminili esterni ». Lo stato di atrofia in cui trovavansi quelle ovaie non è certo da attribuire unicamente all'età, pur non troppo avanzata, della V. M. Ciò non servirebbe a giustificare nè il piccolo volume di quegli organi nè l'assoluta mancanza in essi di « rudimenti follicolari ». E pur non escludendo che *in parte* quelle ovaie si siano ridotte per l'età, o che qualche ovicino abbia potuto un giorno venire a maturazione, l' ipotesi più probabile riguardo al loro stato

di atrofia è che esse mai abbiano raggiunto il loro completo sviluppo, che siano cioè degli organi « congenitamente atrofici ».

Il fatto della concomitanza di ghiandole surrenali straordinariamente voluminose non mi sembra trascurabile. Per quanto finora sappiamo sopra ai rapporti morfologici e funzionali (secrezione interna) delle ghiandole genitali femminili e delle ghiandole surrenali, quella concomitanza non può forse essere considerata come causale, ma piuttosto è da ritenere che i due fatti siano in stretta reciproca dipendenza.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Fig. 1 — Da fotografia delle *parti genitali esterne* della V. M, eseguita sopra il pezzo anatomico precedentemente fissato con soluzione acquosa di Formolo.

p. m. — Piega cutanea circondante il ghiande del clitoride a guisa di un prepuzio maschile.

p. f. — Piega cutanea formata da un prolungamento anteriore delle piccole labbra, che circonda il clitoride a guisa di un prepuzio femminile.

p. l. — Piccole labbra.

b. m. — Briglia mascolina del vestibolo (Pozzi).

f. p. — Frangia perineale (Waldeyer).

Fig. 2 — Da fotografia presa dall'alto degli organi genitali interni della V. M.

U. — Utero, del quale la parete posteriore ed il fondo sono invasi da un voluminoso fibromioma

O. — Ovaio destro.

T. — Tromba uterina destra spostata artificialmente per la dimostrazione dell'ovaio.

I. — Intestino.

Fig. 3 — Sezione trasversa dell'ovaio destro (riprodotta all'ingrandimento di 12 diametri).

f. l. — faccia laterale.

f. m. — faccia mediale.

m. l. — margine libero.

i — ilo.

i p. — invoglio di tessuto connettivo

p. — tessuto fibroso rappresentante il parenchima ovarico.

c. — tessuto connettivo lasso.

v. v. — vasi.

Fig. 4 — Le ghiandole surrenali in rapporto con i vasi e con i reni (vedute dal davanti).

G S. — Ghiandola surrenale sinistra.

R. — Rene sinistro.

A. — Aorta.

V. C. — Vena cava inferiore.

Fig. 5 — Da una sezione della ghiandola surrenale sinistra eseguita in senso sagittale. Sono rappresentati nella figura i principali elementi costituenti la sostanza midollare, e cioè: — *cellule cromaffine* (*c*), — *cellule adipose* (*a*), — *linfociti* (*l*), — *tessuto connettivo* interstiziale (*t*). — Il disegno fu eseguito con la camera chiara Zeiss; ob. 8. — Oc. 2.

Fig. 6 — Sezione di un « organo corticale accessorio » trovato nello spessore del legamento largo di destra. — Il disego fu eseguito con la camera chiara Zeiss a debole ingrandimento.

c. f. capsula fibrosa — *a*, tessuto adiposo sovrastante alla capsula fibrosa — *t. c.* parenchima dell'organo corticale.

Fig. 7 — Il bacino della V. M. veduto dal davanti.

Fig. 8 — Lo stesso bacino veduto di lato.

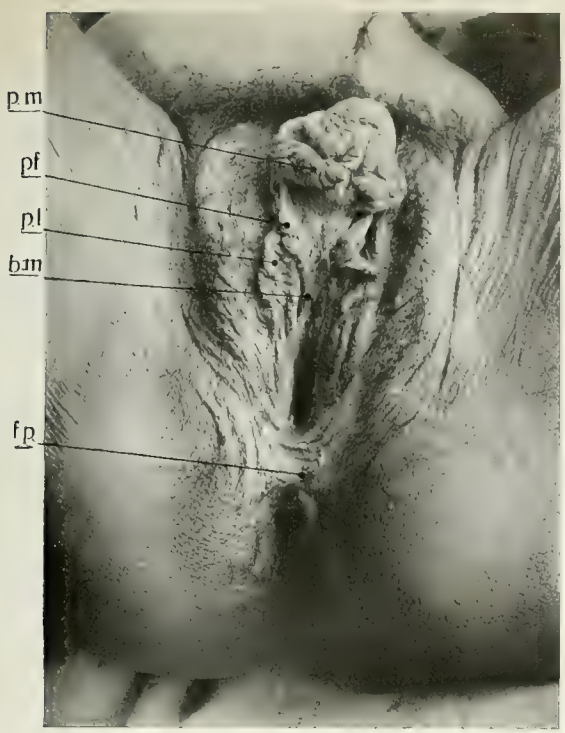


Fig. 1

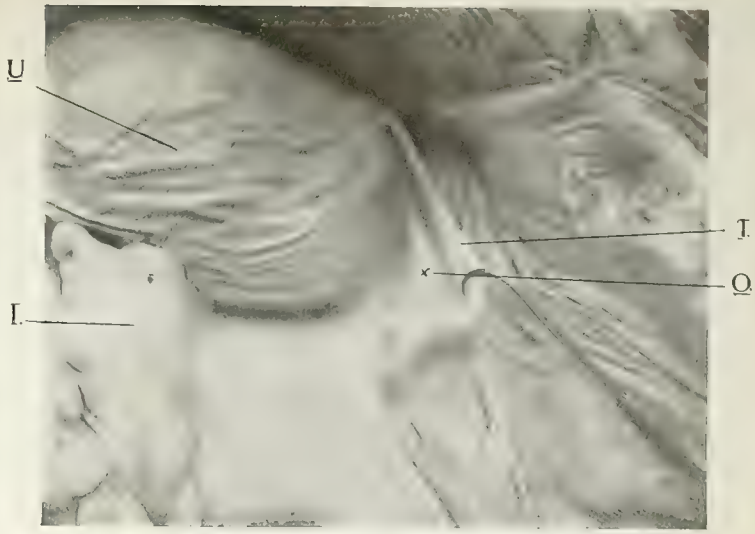


Fig. 2

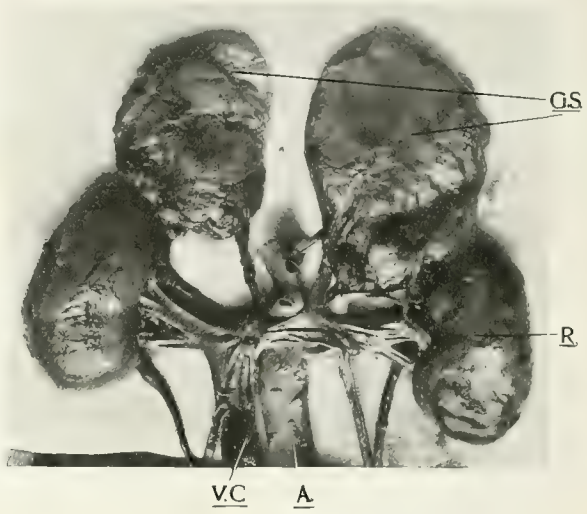


Fig. 4

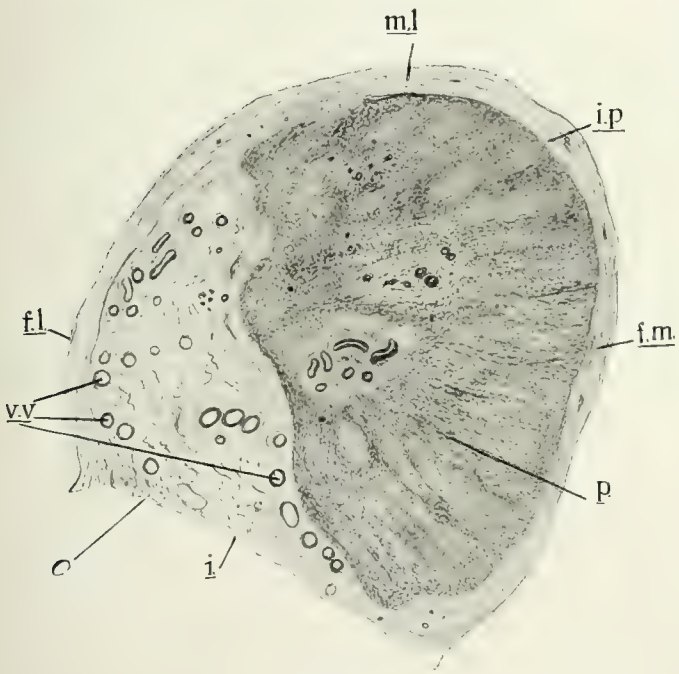


Fig. 3

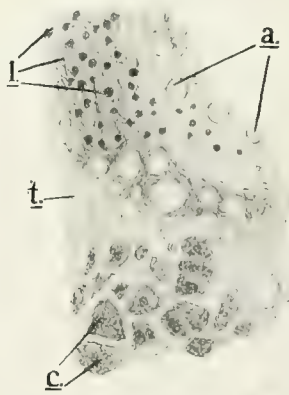


Fig. 5

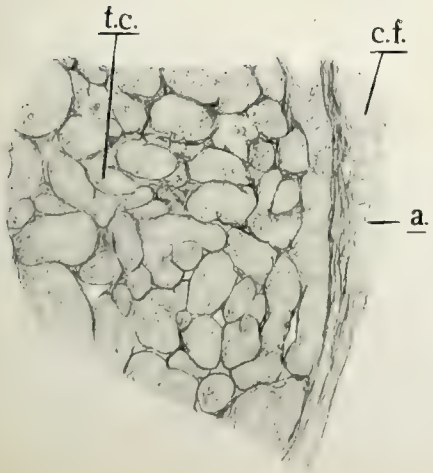


Fig. 6

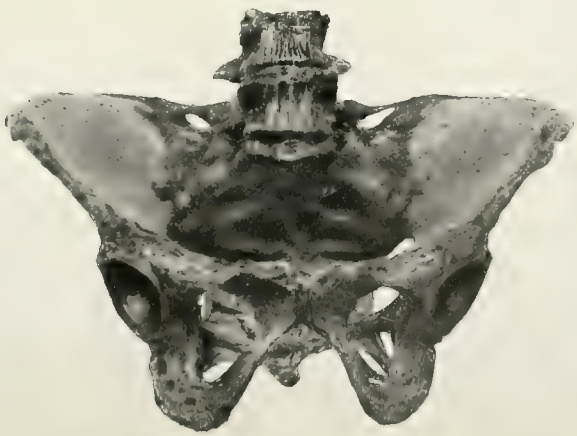


Fig. 7

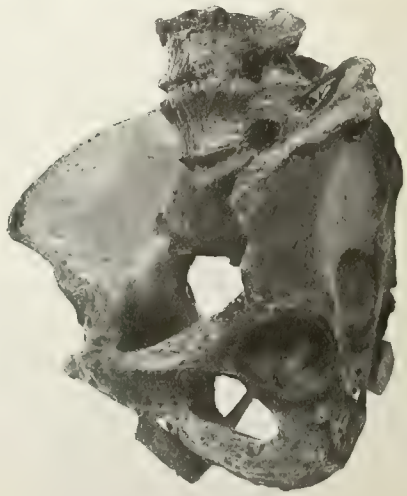


Fig. 8

OSSERVAZIONI VARIE

SULLA TEORIA DEI GIROSCOPÎ

MEMORIA

DEL

Prof. PIETRO BURGATTI

(letta nella Sessione del 26 Maggio 1912).

Il moto d' un corpo pesante intorno a un punto fisso è così importante per varî rispetti che da Eulero in poi attirò l' attenzione e stimolò l' ingegno dei più celebri matematici ; e però dei problemi della meccanica ordinaria è dei più studiati, e lo studio è stato spinto fin dove l' analisi matematica poteva. Nei confini dunque delle nostre presenti conoscenze rimane principalmente, e forse solamente, a perfezionare e a completare gli studi già fatti ; il che, se è lavoro poco brillante, è certo assai utile.

Il lettore troverà appunto raccolte in questa memoria varie osservazioni e discussioni, ch' io ritengo valide a chiarire e a completare in alcuni luoghi la teoria in discorso, benchè sieno molto semplici e particolari.

Chiamo generalmente *giroscopio* un corpo qualunque girevole intorno a un suo punto fisso e soggetto alla sola gravità. Indicando con A, B, C (supposto sempre $A > B > C$) i momenti principali d' inerzia del corpo rispetto al punto fisso, e con ξ, η, ζ le coordinate rispetto agli assi principali d' inerzia del centro di gravità, chiamo in particolare :

giroscopio di Lagrange, o giroscopio simmetrico, ogni giroscopio soddisfacente alle condizioni $A = B$, $\xi = \eta = 0$;

giroscopio di Hess ogni giroscopio pel quale è $\eta = 0$ e

$$A(B - C)\xi^2 = C(A - B)\zeta^2 ;$$

giroscopio della Kowalewska ogni giroscopio che soddisfa alle condizioni

$$A = B = 2C, \ \zeta = 0.$$

§ 1. — *Sulla risultante e sul momento risultante delle forze centrifughe.* Sia $\bar{\omega}$ il vettore che definisce il moto di rotazione d' un corpo; $\alpha\ \beta\ \gamma$ i coseni della sua direzione con gli assi. La forza centrifuga agente sulla particella m è $m\omega^2 r$. Le sue componenti secondo gli assi sono

$$\begin{aligned} m\omega^2(x - \alpha R\cos\theta) &= m\omega^2(x - \alpha(\alpha x + \beta y + \gamma z)) \\ m\omega^2(y - \beta R\cos\theta) &= m\omega^2(y - \beta(\alpha x + \beta y + \gamma z)) \\ m\omega^2(z - \gamma R\cos\theta) &= m\omega^2(z - \gamma(\alpha x + \beta y + \gamma z)) . \end{aligned}$$

Quindi le componenti della risultante delle forze centrifughe dovute alla rotazione sono

$$\begin{aligned} F_x &= M\omega^2[\xi - \alpha(\alpha\xi + \beta\eta + \gamma\zeta)] = M\omega^2[\beta(\xi\beta - \eta\alpha) - \gamma(\zeta\alpha - \xi\gamma)] \\ F_y &= M\omega^2[\gamma(\eta\gamma - \zeta\beta) - \alpha(\xi\beta - \eta\alpha)] \\ F_z &= M\omega^2[\alpha(\zeta\alpha - \xi\gamma) - \beta(\eta\gamma - \zeta\beta)] \end{aligned}$$

ove ξ η e ζ sono le coordinate del centro di gravità G, e M la massa totale. In simboli vettoriali le precedenti equivalgono a questa

$$\bar{F} = M \,.\, \bar{\omega} \wedge (\bar{u} \wedge \bar{\omega}), \quad \text{ove } \bar{u} = G - 0 : \tag{1}$$

la quale si poteva anche dedurre osservando che la forza centrifuga della particella m è rappresentata dal vettore

$$\bar{F}_m = m \,.\, \bar{\omega} \wedge (\bar{R} \wedge \bar{\omega}) ,$$

e che $\Sigma m\bar{R} = M\bar{u}$. Di qui si trae che *la risultante delle forze centrifughe è uguale alla forza centrifuga di tutta la massa concentrata nel baricentro* (uguaglianza in senso vettoriale).

Riguardo ai momenti risultanti delle forze centrifughe rispetto agli assi abbiamo

$$\bar{M}_m = \Sigma\bar{R} \wedge \bar{F}_m$$

o meglio

$$\begin{aligned} M_x &= \omega^2 \Sigma m R\cos\theta\,(z\beta - y\gamma) = \\ &= \omega^2 \Sigma m\,(z\beta - y\gamma)\,(\alpha x + \beta y + \gamma z) \\ &= \omega^2 \Sigma m\,[\alpha\beta zx - \alpha\gamma xy + (\beta^2 - \gamma^2)\,yz - \beta\gamma\,(y^2 - z^2)] \\ &= \omega^2[\alpha\beta\Sigma mxz - \alpha\gamma\,\Sigma mxy + (\beta^2 - \gamma^2)\,\Sigma myz - \beta\gamma\Sigma m(y^2 - z^2)] . \end{aligned}$$

Ora, avendo l' energia cinetica l' espressione

$$2T = (A\alpha^2 + B\beta^2 + C\gamma^2 - 2A'\beta\gamma - 2B'\alpha\gamma - 2C'\alpha\beta)\omega^2 ,$$

ove A, B, C, A' ecc. hanno i significati ben noti, si trae subito

$$M_x = \gamma \frac{\partial T}{\partial \beta} - \beta \frac{\partial T}{\partial \gamma};$$

e analogamente

$$M_y = \alpha \frac{\partial T}{\partial \gamma} - \gamma \frac{\partial T}{\partial \alpha}$$

$$M_z = \beta \frac{\partial T}{\partial \alpha} - \alpha \frac{\partial T}{\partial \beta}.$$

Se si pone $\omega\alpha = p$, $\omega\beta = q$, $\omega\gamma = r$, si può anche scrivere

$$M_x = r \frac{\partial T}{\partial q} - q \frac{\partial T}{\partial r}, \quad M_y = p \frac{\partial T}{\partial r} - r \frac{\partial T}{\partial p}, \quad M_r = q \frac{\partial T}{\partial p} - p \frac{\partial T}{\partial q}.$$

In simboli vettoriali

$$\overline{M} = \overline{\omega} \wedge \overline{K}; \tag{2}$$

ove $\overline{K}$ è il vettore che rappresenta il momento dell' impulso rispetto ad O.

Il sistema delle forze centrifughe non equivale in massima a una unica forza. E invero $\overline{F} \times \overline{M}$ è in massima diverso da zero. Sarà invece equivalente a una forza unica quando in particolare risulti

$$\overline{F} \times \overline{M} = \overline{F} \times \overline{\omega} \wedge \overline{K} = 0;$$

ossia quando i vettori $\overline{F}$, $\overline{\omega}$ e $\overline{K}$ sono complanari. E poichè $\overline{F}$ è nel piano di $\overline{\omega}$ e dell' asse baricentrico, i detti vettori sono complanari quando l' asse baricentrico, l' asse istantaneo di rotazione, e l' asse della coppia d' impulso stanno in un piano. In formule questo equivale alla condizione

$$D = \begin{vmatrix} \xi & \eta & \zeta \\ p & q & r \\ \dfrac{\partial T}{\partial p} & \dfrac{\partial T}{\partial q} & \dfrac{\partial T}{\partial r} \end{vmatrix} = 0.$$

Riferendosi agli assi principali d' inerzia relativi al punto 0, e sviluppando il determinante si ottiene

$$\xi (C - B) \beta\gamma + \eta (A - C) \gamma\alpha + \zeta (B - A) \alpha\beta = 0 \quad \text{(essendo } \omega \text{ diverso da 0)}. \tag{3}$$

Com' è noto, quest' equazione definisce gli assi permanenti di rotazione; e perciò si conclude: *ogni volta che l' asse istantaneo di rotazione, durante il moto d' un giroscopio, va a coincidere con un asse permanente di rotazione, il sistema delle forze centrifughe si riduce in ciascuno di questi istanti a una forza unica.* È una proprietà caratteristica degli assi permanenti di rotazione. In un giroscopio simmetrico tutti gli assi sono assi permanenti, perché la (3) diventa un' identità; quindi segue che *nel moto d' un giroscopio simmetrico il sistema delle forze centrifughe equivale sempre a un' unica forza, che è uguale in grandezza e direzione alla forza centrifuga di tutta la massa concentrata nel baricentro.* È una proprietà caratteristica del moto d' un giroscopio simmetrico.

Non è stato detto esplicitamente, ma è chiaro, che la detta forza centrifuga equivalente a quella di tutta la massa concentrata nel baricentro non è applicata nel baricentro. Si può pensarla applicata in un punto dell' asse baricentrico del giroscopio simmetrico; ma quel punto sarà variabile durante il movimento.

Dalle note equazioni differenziali del moto d' un giroscopio qualunque si trae

$$\frac{d}{dt}(Ap\xi + Bq\eta + Cr\zeta) + D = 0 .$$

Quando D è sempre nullo per ogni movimento, sussiste l' integrale

$$Ap\xi + Bq\eta + Cr\zeta = \text{cost.}$$

Come si sa, solo pel giroscopio simmetrico esiste un integrale di questo tipo; ed è perciò che la proprietà espressa nel teorema precedente è caratteristica del giroscopio simmetrico. Ma è naturale domandarsi se non esistono altri giroscopii, per alcuni moti dei quali sussista la relazione invariante

$$Ap\xi + Bq\eta + Cr\zeta = 0 . \tag{4}$$

Per quei giroscopii e per quei moti sarebbe pure $D = 0$.
Una relazione $H = 0$ si dice *invariante*, quando risulti

$$\frac{dH}{dt} = \rho H$$

in virtù delle equazioni del moto; ρ essendo un moltiplicatore qualunque. Nel caso presente dovrebbe aversi identicamente

$$\rho H + D = 0 .$$

Supposto $A > B > C$, un calcolo semplice conduce alle condizioni

$$(i) \qquad \eta = 0 \qquad A(B - C)\xi^2 = C(A - B)\zeta^2 ;$$

condizioni che caratterizzano il giroscopio di Hess. E però si conclude: *Solo il giroscopio di Hess possiede una classe di movimenti* (sono quelli caratterizzati dalla relazione invariante (4)) *pei quali il sistema delle forze centrifughe si riduce a una forza unica* (*). In ciascuno di cotesti movimenti il centro di gravità del giroscopio si muove come un pendolo sferico; il che è prevedibile se si osserva che i moti del pendolo sferico (considerato come un giroscopio) hanno in comune coi sopradetti gli integrali dell' energia e delle aree nel piano orizzontale, e la relazione invariante (4).

Notando infine che ogni giroscopio simmetrico è un particolare giroscopio di Hess, si può dire *che le* (*i*) *rappresentano le condizioni necessarie e sufficienti cui deve soddisfare un giroscopio, affinchè per tutti i suoi movimenti, o per una parte di essi, il sistema delle forze centrifughe si riduca a una forza unica.*

§ 2. — *Sulla costruzione dei giroscopii.* È noto che ogni corpo può diventare un giroscopio di Hess. Basta sospenderlo per un punto convenientemente scelto. Ma non può diventare in massima un giroscopio simmetrico, o un giroscopio della Kowalewsky. E però si presenta la questione seguente: dato un corpo qualunque, modificarlo in guisa che diventi, rispetto a un punto di sospensione conveniente, un giroscopio simmetrico, oppure un giroscopio della Kowalowsky.

Siano A, B, C i momenti principali d' inerzia relativi al baricentro ($A > B > C$), Gx, Gy, Gz gli assi centrali. Sull' asse delle x applichiamo due sfere materiali omogenee S_1 e S_2. Siano M_1 e M_2 le rispettive masse, r_1 e r_2 i raggi; x_1 e x_2 le distanze dei loro centri da G. Se

$$M_1 x_1 + M_2 x_2 = 0 \,, \tag{1}$$

il baricentro non muta dopo l' aggiunta delle due masse. Gli assi centrali d' inerzia restano assi centrali. I nuovi momenti d' inerzia A', B', C' saranno

$$A' = A + L, \quad B' = B + L + M_1 x_1^2 + M_2 x_2^2, \quad C' = C + M_1 x_1^2 + M_2 x_2^2 ;$$

ove

$$L = \frac{2}{5}(M_1 r_1^2 + M_2 r_2^2) .$$

L' ellissoide centrale diventerà un ellissoide di rotazione, se sarà possibile soddisfare la condizione $A' = B'$; ossia

$$A + L = B + L + M_1 x_1^2 + M_2 x_2^2 .$$

Tale possibilità è evidente. Invero, unendo quest' equazione alla (1), si ha il sistema

$$M_1 x_1 - M_2 x_2 = 0$$
$$M_1 x_1^2 + M_2 x_2^2 = A - B ;$$

(*) Sono esclusi da queste considerazioni i particolari moti di rotazione permanente.

ove adesso x_1 e x_2 rappresentano numeri positivi. Fissati questi a priori, si trae

$$M_1 = \frac{A - B}{x_1(x_1 + x_2)} \quad M_2 = \frac{A - B}{x_2(x_1 + x_2)}.$$

Determinate con queste formule le masse delle due sferette che si devono aggiungere al corpo nella maniera anzidetta, *il nuovo corpo sospeso per un punto qualunque dell' asse Gz è un giroscopio simmetrico.*

Tornando al corpo generico sopra considerato, prendiamo un punto O sull' asse Gx, e sia ξ la sua distanza da G. Gli assi principali d' inerzia relativi ad O sono paralleli a quelli relativi a G, e i momenti d' inerzia sono

$$A_1 = A \quad B_1 = B + M\xi^2 \quad C_1 = C + M\xi^2,$$

essendo M la massa totale

Sempre nell' ipotesi che sia $A > B > C$, prendiamo $\xi = \pm\sqrt{\frac{A - B}{M}}$.

Risulta allora $A_1 = B_1$; cioè l' ellissoide d' inerzia relativo al punto O è di rivoluzione. Affinchè il corpo sospeso per O sia un giroscopio della Kowalewsky, occorre che risulti anche $A_1 = 2C_1$; ossia, per le formule trovate,

$$A = 2C + 2M\xi^2.$$

Ma è già

$$A = B + M\xi^2;$$

dovrà dunque essere, eliminando ξ,

$$A = 2(B - C);$$

condizione equivalente a

$$3\Sigma my^2 = \Sigma mz^2. \tag{5}$$

Orbene, nel piano Gyz poniamo quattro masse uguali a μ e concentrate nei punti di coordinate

$$(\beta, \gamma) \quad (-\beta, \gamma) \quad (\beta, -\gamma) \quad (-\beta, -\gamma).$$

Per la simmetria il baricentro rimane in G; ed è facile vedere che gli assi Gx, Gy, Gz restano assi centrali.

I nuovi valori di Σmx^2, Σmy^2, Σmz^2 sono

$$\Sigma mx^2 \quad \Sigma my^2 + 4\mu\beta^2 \quad \Sigma mz^2 + 4\mu\gamma^2,$$

per conseguenza, se prendiamo β e γ per modo che risulti

$$3\{\Sigma my^2 + 4\mu\beta^2\} = \Sigma mz^2 + 4\mu\beta^2,$$

sarà soddisfatta pel nuovo corpo la condizione (5).
Indicando con Q e R le quantità note Σmy^2, Σmz^2, la precedente diventa

$$3\beta^2 - \gamma^2 = \frac{R - 3Q}{4\mu} = \lambda;$$

la quale, rispetto a β e γ pensate come coordinate correnti, rappresenta un' iperbole riferita al centro e agli assi. *Se* dunque *si prendono su questa iperbole quattro punti simmetrici rispetto al centro, e in essi si concentrano quattro masse uguali a* μ, *il nuovo corpo sospeso pel punto O, situato sull' asse di massimo momento ad una distanza da G*

$$\xi = \sqrt{\frac{A - B + 4\mu\beta^2}{M + 4\mu}},$$

è un giroscopio della Kowalewsky.

Per semplicità di calcolo e di ragionamento abbiamo supposto la massa μ concentrata nei punti anzidetti. Ma è assai facile vedere che il teorema resta valido sostituendo quattro sferette omogenee ai punti materiali.

§ 3. — *Indicatrice delle precessioni regolari d' un giroscopio simmetrico.* Gl' integrali del moto sono

$$\begin{aligned} &A(p^2 + q^2) + Cr^2 = L\gamma + h \qquad (L = Mg\zeta,\ \zeta > 0) \\ &Ap\alpha + Aq\beta + Cr\gamma = K \\ &\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1, \quad r = r_0, \end{aligned} \tag{6}$$

in cui A, B, C, p, q, r hanno significati ben noti; α β γ rappresentano i coseni che gli assi principali d' inerzia relativi al punto fisso fanno con la verticale (positiva in basso); L il momento della gravità; h, k, r_0 le costanti arbitrarie. Dalla nota equazione

$$\frac{d\gamma}{dt} = q\alpha - p\beta$$

si trae, in virtù delle (6),

$$\left(\frac{d\gamma}{dt}\right)^2 = (q\alpha - p\beta)^2 = (1 - \gamma^2)\ (l\gamma + \lambda) - (a - cr_0)^2 = f(\gamma);$$

avendo posto

$$a = \frac{K}{A}, \quad c = \frac{C}{A}, \quad l = \frac{L}{A}, \quad \lambda = \frac{h - Cr_0^2}{A}.$$

Il moto del centro di gravità in certi intervalli sarà ascendente, in altri discendente Essi son separati dagli istanti in cui $\frac{d\gamma}{dt} = 0$. A questa condizione corrispondono i massimi e i minimi di γ. E poichè $f(\gamma) = 0$ ha due sole radici reali γ_1 e γ_2 comprese fra $+1$ e -1, tutti i massimi e i minimi della curva baricentrica, che è una curva sferica, saranno sui due paralleli corrispondenti $\alpha\ \gamma = \gamma_1$, $\gamma = \gamma_2$.

Inoltre, quando $\frac{d\gamma}{dt}$ si annulla, risulta

$$\frac{p}{\alpha} = \frac{q}{\beta}; \tag{7}$$

per conseguenza, quando il centro di gravità giunge sopra uno dei due paralleli che limitano la sua traiettoria, l' asse istantaneo cade nel piano verticale passante per l' asse di simmetria (asse baricentrico)

Indichiamo con $\alpha_0\ \beta_0\ \gamma_0\ p_0\ q_0$ i valori iniziali di $\alpha\ \beta\ \gamma\ p\ q$, e poniamo

$$u_0^2 = p_0^2 + q_0^2 \quad v_0 = p_0\alpha_0 + q_0\beta_0 .$$

Il polinomio $f(\gamma)$ si trasforma nel seguente:

$$f(\gamma) = (1 - \gamma^2)\ \left(l(\gamma - \gamma_0) + u_0^2\right) - \left(v_0 - cr_0(\gamma - \gamma_0)\right)^2 .$$

Sceglieremo per origine del tempo uno degli istanti in cui il baricentro si trova sopra uno dei parallelì che limitano la sua traiettoria. Allora γ_0 sarà radice di $f(\gamma) = 0$. Dalla (7) si trae

$$p_0 = \rho_0\alpha_0 \quad q_0 = \rho_0\beta_0 ;$$

e quindi

$$u_0^2 = \rho_0^2(1 - \gamma_0^2) \quad v_0 = \rho_0(1 - \gamma_0^2)$$

essendo ρ_0 un fattore di proporzionalità. Introducendo queste espressioni in $f(\gamma)$ e ponendo in evidenza il fattore γ-γ_0 si ottiene

$$f(\gamma) = (\gamma - \gamma_0)\,\Phi(\gamma) = (\gamma - \gamma_0)\left[l(1 - \gamma_2) - \right.$$
$$\left. - c^2r_0^2(\gamma - \gamma_0) - \rho_0^2(1 - \gamma_0^2)(\gamma + \gamma_0) + 2cr_0\rho_0(1 - \gamma_0^2)\right].$$

Se $\Phi(\gamma_0) = 0$, γ_0 è radice doppia; è però il centro di gravità descrive il parallelo $\gamma = \gamma_0$. Si hanno i ben noti movimenti di *precessione regolare*. In questo caso la (7) è sempre soddisfatta.

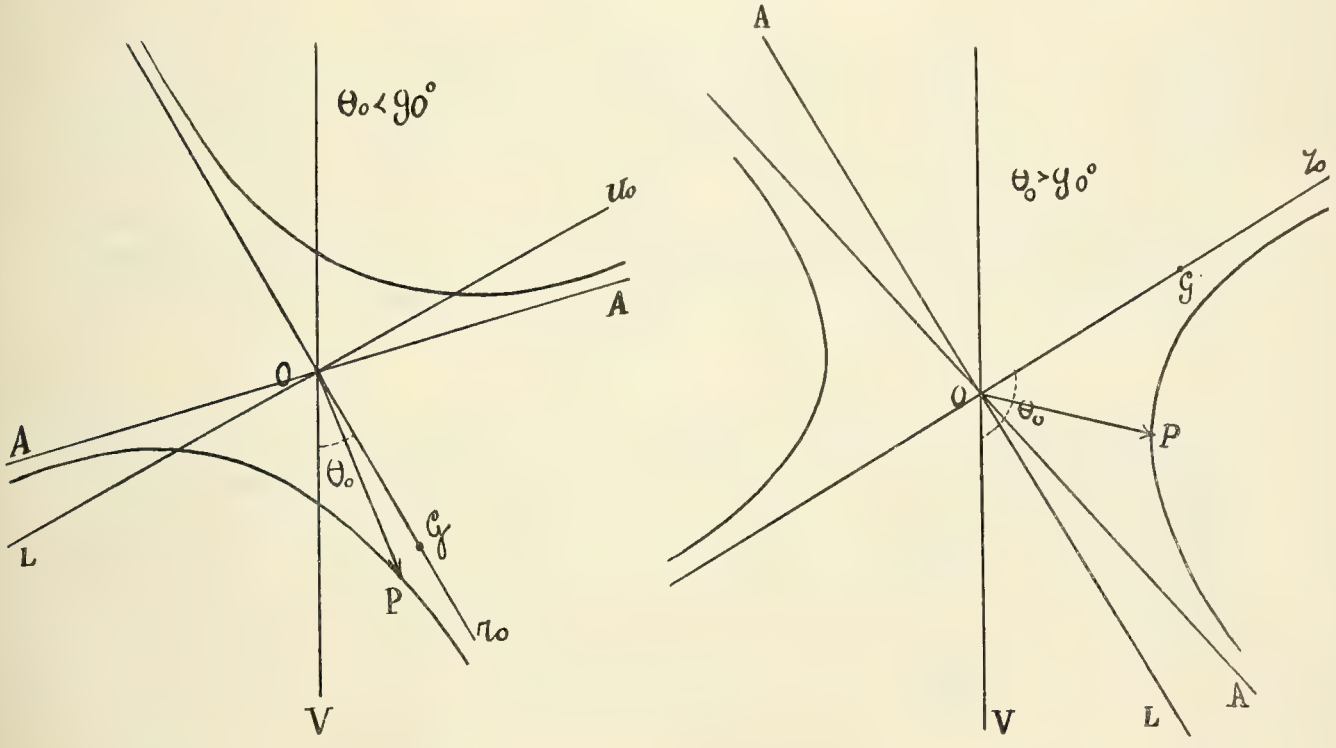
La condizione $\Phi(\gamma_0) = 0$ si riduce a

$$l - 2\rho_0^2\gamma_0 + 2cr_0\rho_0 = 0\,;$$

quando si supponga γ_0 diverso da 1. In luogo di ρ_0 introduciamo u_0, che ha un significato cinematico ben preciso; e poniamo $\gamma_0 = \cos\theta_0$. Si ottiene

$$\cos\theta_0 u_0^2 - c\,\mathrm{sen}\,\theta_0 r_0 u_0 = \frac{l}{2}\,\mathrm{sen}^2\theta_0\,. \tag{8}$$

Fissiamo l' inclinazione θ_0 dell' asse baricentrico rispetto alla verticale; e sia OL la perpendicolare OG nel piano verticale GOV. Prendiamo OG per asse delle r_0; OL per asse delle u_0. La (8) rappresenta un' iperbole. Per disegnarla nella sua esatta posizione bisogna osservare che quando $\theta_0 < 90°$ l' iperbole deve tagliare la verticale, perchè in corrispondenza di ogni $\theta_0 < \frac{\pi}{2}$ deve esistere un moto permanente di rotazione; e poi deve tagliare l' asse delle u_0; mentre per $\theta_0 > 90°$ nè la verticale nè l' asse delle u_0 devono essere tagliate dall' iperbole (Vedi le figure). Essa definisce



tutti i moti possibili di precessione regolare corrispondenti all' inclinazione θ_0. Invero, ogni raggio vettore OP rappresenta in grandezza e direzione la rotazione istantanea iniziale cui seguirà un moto di precessione regolare con l' inclinazione θ_0. Il vettore OP rimarrà poi costante, rotando intorno a OV. Dunque in questa curva abbiamo l' *indicatrice dei moti di precessione regolare* corrispondenti all' inclinazione θ_0.

Con essa si ha, per così dire, sott' occhio l' insieme delle precessioni regolari; e si vede subito perchè non sia possibile ottenere praticamente un moto di precessione regolare mediante un impulso intorno a l' asse baricentrico; ma sia invece possibile ottenere un moto prossimo a una precessione regolare, ossia una precessione pseudo-regolare.

§ 4. — *Sopra alcuni moti particolari del giroscopio della Kowalewsky.* Nei problemi della meccanica oltre agli integrali dell' equazioni del moto e alle relazioni invarianti, vi è luogo di considerare anche i sistemi invarianti. Il sistema di relazioni

$$c) \qquad H_1 = 0 \quad H_2 = 0 \ \ldots \ H_i = 0$$

si dice invariante, quando in virtù delle equazioni del moto sono soddisfatte le condizioni

$$\frac{dHs}{dt} = \lambda_{s_1} H_1 + \lambda_{s_2} H_2 + \ldots + \lambda_{si} H_i \qquad (s = 1, \ 2 \ \ldots \ i)$$

In tal caso, se le (c) sono soddisfatte contemporaneamente all' inizio del moto, restano soddisfatte contemporaneamente durante tutto il movimento. Il sistema (c) si può chiamare dell' ordine i. Una sola relazione invariante equivale a un sistema invariante del prim' ordine.

Riguardo al giroscopio abbiamo già avuto occasione in un paragrafo precedente di considerare una relazione invariante. Ci si potrebbe ora proporre di determinare quei giroscopii pei quali esiste un sistema invariante del second' ordine

$$H_1 = 0 \qquad\qquad H_2 = 0.$$

Questo problema in tutta la sua generalità è assai complicato. Noi lo limiteremo alquanto. Attribuendo a p, q, r il peso uno, a α, β, γ il peso due, porremo la condizione che H_1 e H_2 sieno polinomi di peso due (omogenei rispetto al peso). E allora si tratta di determinare quei giroscopi pei quali esiste un sistema invariante del second' ordine e di peso due. A tal fine si scrive il sistema

$$\frac{dH_1}{dt} = \lambda_1 H_1 + \lambda_2 H_2, \quad \frac{dH_2}{dt} = \rho_1 H_1 + \rho_2 H_2,$$

notando che le λ e ρ devono essere di peso uno; perchè i primi membri a calcolo fatto risultano di peso tre. Indi si sostituiscono alle H, λ e ρ le espressioni più generali del peso voluto con coefficienti indeterminati, e si tien conto delle equazioni del moto. Si uguagliano poi i coefficienti dei termini del medesimo peso, e si cerca di determinare i coefficienti delle H, λ e ρ lasciati incogniti. Il calcolo è lungo e

tedioso, e però non lo riproduco qui. Il risultato è questo: *che solo il giroscopio della Kowalewsky ammette un sistema invariante del second' ordine e del peso due; il quale è*

$$q^2 - p^2 - l\alpha = 0 \quad 2pq + l\beta = 0 \quad \left(l = \frac{Mg\xi}{c}\right) \tag{9}$$

Occorre notare che queste relazioni sono quelle stesse che si ottengono dall' integrale della Kowalewsky quando si suppone nulla la costante arbitraria.

La Kowalewsky, il Rötter, il Kolossoff ed altri hanno date le formule atte allo studio del moto generale del giroscopio della Kowalewsky; ma sono di forma così complicata che nessuno è riuscito finora a darne per intero l' interpretazione meccanica. Per questo acquistano speciale importanza quei moti particolari, che si possono studiare a fondo per la minore complessità delle formule che li rappresentano. Tali sono i moti soddisfacenti alle (9). Lo studio dei quali non è nuovo (*); parmi tuttavia non soverchia la semplice trattazione che qui ne faccio.

Gl' integrali dei moti in discorso e il sistema invariante sono:

$$\begin{cases} 2(p^2 + q^2) + r^2 = 2l\alpha + 2h \\ 2(p\alpha + q\beta) + r\gamma = \mu \\ \alpha^2 = \beta^2 + \gamma^2 = 1 \\ q^2 - p^2 - l\alpha = 0 \quad , \quad 2pq + l\beta = 0, \end{cases} \tag{10}$$

ove h e μ sono le costanti arbitrarie. Questo sistema permette di ricavare p, q, r, α, β in funzione di γ. Dalla prima e quarta, eliminando α, si trae

$$4p^2 + r^2 = 2h; \tag{11}$$

e però la h deve essere positiva. Dalle tre ultime, eliminando α e β, si ottiene

$$p^2 + q^2 = l\sqrt{1 - \gamma^2}. \tag{12}$$

Dal secondo integrale, usando le relazioni invarianti, si ricava

$$-2p(p^2 + q^2) = l(\mu - \gamma r);$$

ossia, per la precedente,

$$-2p\sqrt{1 - \gamma^2} = (\mu - \gamma r) \tag{13}$$

(*) Vedi la bella Memoria del Dott. O. Lazzarino « Interpretazione cinematica del problema di S. Kowalewsky. », *Acc. Napoli 1911;* alla quale rimando il lettore per la bibliografia.

Posto $\gamma = \cos\theta$. le (11) (12) (13) danno infine

$$(14)\qquad \begin{cases} p = -\dfrac{\mu \operatorname{sen}\theta \mp \mu_1 \cos\theta}{2} \\ q = \pm\sqrt{l \operatorname{sen}\theta - \dfrac{1}{4}(\mu \operatorname{sen}\theta \mp \mu_1 \cos\theta)^2} \qquad (\mu_1 = \sqrt{2h - \mu^2}) \\ r = \mu \cos\theta \pm \mu_1 \operatorname{sen}\theta. \end{cases}$$

Resta a trovare la relazione tra θ e t. Dalla nota formula

$$\frac{d\gamma}{dt} = q\alpha - p\beta,$$

eliminando α e β mediante il sistema invariante, si trae subito

$$l\frac{d\gamma}{dt} = q(q^2 + p^2) = lq\sqrt{1-\gamma^2};$$

ossia

$$\frac{d\theta}{dt} = -q.$$

Dunque

$$(15)\qquad \frac{d\theta}{dt} = \mp\sqrt{l \operatorname{sen}\theta - \frac{1}{4}(\mu \operatorname{sen}\theta \mp \mu_1 \cos\theta)^2}.$$

Risulta di qui che p q r sono funzioni ellittiche del tempo.

In quanto agli angoli Euleriani, basta ricorrere alle note formule che legano cotesti angoli e le loro derivate alle p, q, r, per ottenere facilmente dopo brevi calcoli

$$(16)\qquad \begin{cases} \dfrac{d\psi}{dt} = \dfrac{\mu \operatorname{sen}\theta \mp \mu_1 \cos\theta}{2\operatorname{sen}\theta} \\ \dfrac{d\varphi}{dt} = \dfrac{\operatorname{sen}\theta(\mu\cos\theta \pm \mu_1 \operatorname{sen}\theta) \pm \mu_1}{2\operatorname{sen}\theta}. \end{cases}$$

Occorre notare che $r - \mu\cos\theta$ s' annulla solo quando θ diventa uguale a zero o a 180 gradi (vedi l' ultima delle (14); e ciò avverrà solo per moti particolarissimi, come si vedrà dalla discussione che segue. Perciò, trascurando quei moti, si potrà tener sempre nell' espressione di r il segno positivo o il negativo, e in

$$\mu \operatorname{sen}\theta \mp \mu\cos\theta$$

corripondentemente sempre il negativo o il positivo. Per semplicità terremo sempre in ciò che segue il segno superiore.

Dalle formule trovate risulta che quando $\frac{d\theta}{dt}$ s' annulla, anche q e β s' annullano e α è negativo. Questo dimostra che quando θ acquista i suoi valori massimi e minimi il piano diametrale dell' ellissoide d' inerzia passante pel baricentro e pel grande asse dell' ellissoide si dispone verticalmente, col baricentro al disopra del piano orizzontale passante pel punto fisso. Ai massimi e minimi di θ corrispondono i massimi e minimimi di α; per conseguenza α sarà sempre negativo; ossia *il baricentro starà sempre al disopra del piano orizzontale sopradetto.* Da questo e dalla quarta delle (10) si deduce che p non potrà mai annullarsi; e però *la rotazione del corpo intorno all' asse baricentrico sarà sempre nel medesimo verso*, e non potrà mai essere

$$\text{tang}\theta = \frac{\mu_1}{\mu}, \tag{17}$$

e quindi neppure

$$\alpha = -\operatorname{sen}\theta = -\frac{\mu_1}{\sqrt{2h}}.$$

Inoltre $\frac{d\psi}{dt}$ non s' annullerà mai; per conseguenza *la precessione* ψ *varierà sempre nel medesimo senso.*

Detto θ' l' angolo soddisfacente alla (17) sarà sempre $\theta > \theta'$, oppure $\theta < \theta'$.

In altri termini, considerando la sfera di raggio $\frac{1}{\sqrt{C}}$ col centro nel punto fisso, e indicando con V la traccia su quella sfera del grand' asse dell' ellissoide d' inerzia, il punto V si muoverà in una delle due regioni sferiche in cui la sfera è divisa dal parallelo $\theta = \theta'$, e non potrà mai passare da una regione all' altra. Il vertice V dell' ellissoide si può chiamare *il vertice del giroscopio.*

I massimi e i minimi di θ corrispondono alle radici dell' equazione

$$\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = l\operatorname{sen}\theta - \frac{1}{4}(\mu\operatorname{sen}\theta \pm \mu_1\cos\theta)^2 = 0$$

Essendo

$$\text{tang}\theta' = \frac{\mu_1}{\mu},$$

si può porre

$$\mu_1 = \rho\operatorname{sen}\theta' \qquad \mu = \rho\cos\theta',$$

e sarà $\rho^2 = \mu_1^2 + \mu^2 = 2h$; talchè la precedente equazione diventa

$$\operatorname{sen}\theta - \frac{h}{2l}\operatorname{sen}^2(\theta - \theta') = 0.$$

Coll' introduzione dell' angolo θ' le formule fondamentali (14) acquistano la seguente forma semplice :

$$p = -\sqrt{\frac{h}{2}}\,\mathrm{sen}\,(\theta \mp \theta')$$

$$(14^{bis}) \qquad q = \pm\sqrt{l\,\mathrm{sen}\theta - \frac{h}{2}\,\mathrm{sen}^2(\theta \mp \theta')}$$

$$r = \sqrt{2h\cos(\theta \mp \theta')}\ .$$

Per discutere e determinare con approssimazione le radici della (18) è opportunissimo considerarle come le intersezioni delle due semplici e note curve

$$(19) \qquad y = \mathrm{sen}\theta \qquad y = \frac{h}{2l}\,\mathrm{sen}^2(\theta - \theta')\,,$$

essendo θ l' ascissa.

Basta disegnarle per veder subito l' eventualità che possono darsi; e si osserva anzitutto che vi saranno al massimo quattro intersezioni, e perciò quattro radici della (18). Nel moto θ varierà tra due radici consecutive, nell' intervallo delle quali sia

$$\mathrm{sen}\theta - \frac{h}{2l}\,\mathrm{sen}^2(\theta - \theta') > 0\ .$$

È utile distinguere due casi : $\mu > 0$, $\mu < 0$. Nel primo caso risulta $\theta' < \frac{\pi}{2}$; e si vede che vi sarà una intersezione ed una sola corrispondente a un valore θ_0 di θ inferiore a θ'. Per conseguenza il moto dovrà corrispondere a valori di θ superiori a θ' ; ossia la traiettoria del vertice V sarà nella calotta sferica corrispondente a $\theta > \theta'$. Se le condizioni iniziali soddisfano le (10), come deve avvenire, affinchè un moto sia possibile, le intersezioni per $\theta > \theta'$ devono essere tre : θ_2 θ_3 θ_4 (in ordine di grandezza) ; chè se ve ne fosse una sola θ_2, θ dovrebbe variare tra θ_1 e θ_2, e perciò passare pel valore θ' ; il che, abbiamo detto, non può accadere. Fra θ_2 e θ_3 il primo membro della (18) è negativo, fra θ_3 e θ_4 positivo ; per conseguenza la traiettoria di V sarà fra i paralleli corrispondenti a $\theta = \theta_3$ $\theta = \theta_4$.

Nel caso specialissimo $\theta_3 = \theta_4$, V descriverebbe il parallelo $\theta = \theta_3 = \theta_4$. Se poi risultasse $\theta_2 = \theta_3$, V si muoverebbe ancora tra i paralleli anzidetti, ma è facile vedere che il moto sarebbe assintotico al parallelo $\theta = \theta_2 = \theta_3$.

Nel secondo caso ($\mu < 0$) θ' risulta maggiore di $\frac{\pi}{2}$. Allora il moto di V avviene nella regione $\theta > \theta'$; e possono darsi le medesime eventualità dette di sopra.

Senza ch' io m' indugi in maggiori particolari, il lettore potrà facilmente, in base alle precedenti osservazioni, figurarsi abbastanza bene cotesti movimenti del giroscopio

della Kowalewska, e trattare le altre più particolari eventualità che quì non sono state considerate (*).

§ 5. — *Sopra una proprietà del giroscopio di Hess.* Abbiamo detto che il giroscopio di Hess è definito dalle condizioni

$$\eta = 0 \qquad A(B-C)\xi^2 = C(A-B)\zeta^2 . \tag{20}$$

Noi consideriamo i moti caratterizzati dalla relazione invariante

$$S = Ap\xi + Bq\eta + Cr\zeta = 0 ,$$

della quale parlammo nel primo paragrafo. Per le (20) questa relazione si riduce a

$$r = -Np , \qquad N = \pm\sqrt{\frac{A(A-B)}{C(B-C)}} . \tag{21}$$

Indicando con K la grandezza della coppia d' impulso, si ha

$$K^2 = A^2p^2 + B^2q^2 + C^2r^2 = (A^2 + N^2C^2)p^2 + B^2q^2$$

e per l' energia cinetica

$$2T = (A + N^2C^2)p^2 + Bq^2 .$$

Posto $\xi^2 + \zeta^2 = l^2$, $\xi = l\xi_0$, $\zeta = l\zeta_0$ si trae

$$\xi_0^2 = \frac{C(A-B)}{B(A-C)} , \qquad \zeta_2^0 = \frac{A(B-C)}{B(A-C)} ;$$

Dopo di che, sostituendo nelle precedenti a N^2 il suo valore, si deduce

$$K^2 = \frac{A^2}{\zeta_0^2}p^2 + B^2q^2 , \qquad 2T = \frac{A}{B}K^2 . \tag{22}$$

Premesso questo, ricordiamo che in generale dai tre integrali

$$\begin{aligned} Ap^2 + Bq^2 + Cr^2 &= 2mg(\xi\alpha + \eta\mu + \zeta\gamma) + 2h \\ Ap\alpha + Bq\beta + Cr\gamma &= \mu \\ \alpha + \beta^2 + \gamma^2 &= 1 \end{aligned}$$

(*) O. Lazzarino *loc. cit.*

si possono ricavare le $\alpha\ \beta\ \gamma$ in funzione delle $p\ q\ r$, e quindi, in virtù dell' equazioni del moto anche $\frac{dp}{dt}$, $\frac{dq}{dt}$, $\frac{dr}{dt}$ in funzione delle sole p, q, r. Così le sei equazioni del moto si riducono a tre. Costesta riduzione fu fatta la prima volta da Hess (*). Il sistema ridotto è il seguente:

$$A\frac{dp}{dt} + (C - B)\,qr = 2mg\ \frac{a\left(\frac{T-h}{mg}S - l^2\mu\right) \pm (Apl^2 - \xi S)\sqrt{\Delta}}{l^2K^2 - S^2}$$

$$B\frac{dq}{dt} + (A - C)\,rp = 2mg\ \frac{b\left(\frac{T-h}{mg}S - l^2\mu\right) \pm (Bql^2 - \eta S)\sqrt{\Delta}}{l^2K^2 - S^2}$$

$$C\frac{dr}{dt} + (B - A)\,pq = 2mg\ \frac{c\left(\frac{T-h}{mg}S - l^2\mu\right) \pm (Crl^2 - \zeta S)\sqrt{\Delta}}{l^2K^2 - S^2}$$

ove a, b, c sono i minori della matrice

$$\begin{vmatrix} Ap & Bq & Cr \\ \xi & \eta & \zeta \end{vmatrix},$$

e

$$\Delta = \begin{vmatrix} Ap & Bq & Cr \\ \xi & \eta & \zeta \\ \alpha & \beta & \gamma \end{vmatrix}^2 = \begin{vmatrix} K & S & \mu \\ S & l^2 & \frac{T-h}{my} \\ \mu & \frac{T-h}{mg} & 1 \end{vmatrix}.$$

Nel caso nostro abbiamo

$$S = 0 \quad a = B\zeta q \quad b = -(NC\xi + A\zeta)\,p \quad c = -B\xi q$$

$$\Delta = K^2l^2 - K^2\left(\frac{T-h}{mg}\right)^2 - \mu^2l^2 = \quad K^2l^2 - K^2\left(\frac{K^2 - 2hB}{2Bmg}\right)^2 - \mu^2l^2;$$

inoltre la relazione (21) permette di eliminare la r e tener conto soltanto delle prime due equazioni differenziali; avremo perciò il sistema

$$A\frac{dp}{dt} - (C - B)\,Npq = 2mg\ \frac{-\mu\zeta Bq \pm Ap\sqrt{\Delta}}{K^2}$$

$$B\frac{dq}{dt} - (A - C)\,Np^2 = 2mg\ \frac{\mu\left(\frac{C}{A}N\xi + \zeta\right)Ap \pm Bq\sqrt{\Delta}}{K^2}$$

(*) Math. Ann. 1890, B. 37.

Posto

$$\zeta_0 Bq = q_1 \qquad Ap = p_1$$

$$\frac{1}{A}\sqrt{\frac{(A\text{-}B)\ (A\text{-}C)}{BC}} = L,$$

esso si riduce facilmente alla forma più semplice

$$\frac{dp_1}{dt} + Lp_1 q_1 = 2mg\,\frac{-l\mu q_1 \pm p_1\sqrt{\Delta}}{K^2}$$

$$\frac{dq_1}{dt} - Lp_1^{\,2} = 2mg\,\frac{\mu l p_1 \pm q_1\sqrt{\Delta}}{K^2}$$

Si noti che Δ è funzione di K^2, e

$$K^2 = \frac{1}{\zeta_0^2}\,(p_1^{\,2} + q_1^{\,2}).$$

Moltiplichiamo la prima per $2p$, la seconda per $2q$, e sommiamo; si ottiene

$$\frac{dK^2}{dt} = \pm\, 4mg\,\sqrt{\Delta}$$

e quindi

$$t + \tau = \frac{1}{4mg}\int \frac{dK^2}{\pm\sqrt{\Delta}}\,. \tag{23}$$

Dunque K^2 è una funzione ellittica di t.
Ora moltiplichiamo la prima per q_1, la seconda per $-p_1$ e sommiamo. ottiene

$$q_1\frac{dp_1}{dt} - p_1\frac{dq_1}{dt} + Lp_1(q_1^2 + p_1^2) = -\frac{2mg\mu l}{K^2}\,(p_1^2 + q_1^2)\,.$$

Posto

$$arc\,\mathrm{tang}\,\frac{p_1}{q_1} = \sigma\,,$$

e ricordando che

$$\zeta_0^2 K^2 = p_1^2 + q_1^2\,,$$

si trae

$$p_1 = \zeta_0 K \,\mathrm{sen}\,\sigma\,;$$

e allora la precedente diventa

$$\frac{d\sigma}{dt} + \zeta_0 LK\,\mathrm{sen}\,\sigma + \frac{2mg\mu l}{K^2} = 0\,. \tag{24}$$

La determinazione dei moti caratterizzati dalla relazione invariante (21) dipende dall' integrazione di quest' unica equazione del prim' ordine, ove K è una funzione doppiamente periodica di t definita dalla (23).

La (21) e le (22) dicono che l' asse della coppia d' impulso giace costantemente in un piano P fisso nel corpo, passante per l' asse Oy a cui compete il momento d' inerzia B, e normale all' asse baricentrico. L' estremità di cotesto asse ha nel detto piano le coordinate polari K e σ (essendo O il polo, Oy l' asse polare)
Orbene, l' equazione (24) è del tipo

$$\frac{d\sigma}{dt} = f(t, \sigma),$$

ove f è finita e continua, periodica rispetto a σ e rispetto a t. Dagli studii dei Prof. Levi-Civita (*) e E. Levi (**) risulta ch' ogni sua soluzione è della forma

$$\sigma = \omega t + \Phi(t),$$

ove Φ (l) resta finita al crescere indefinitamente di t. Si conclude *che l' asse della coppia d' impulso tende assintoticamente a rotare in modo uniforme nel piano P.*

È la proprietà che volevamo porre in vista.

(*) « Sur les èquations lineaire à coefficients périodiques » *Ann. de l' Ecole normale* 1911, T. 28, S. 3.
(**) « Sur les équations differentielles périodiques » *Comptes-rendus* 1911, T. 163.

On the Dinosaur-Turtle Analogy

NOTA

DI

G. R. WIELAND

ACCADEMICO CORRISPONDENTE

(Presentata dal Prof. Sen. GIOVANNI CAPELLINI).

In my paper « *Notes on the Armored Dinosauria.* » I first gave general form to the idea that there is a distinct structural parallel between the armor of turtles and Dinosaurs but that while in the former fixity and regularity of pattern were early developed, in the latter bizarre patterns were assumed. The main thought was also mentioned in a brief earlier paper of March 1909 in the American Journal of Science.

But this view can be made much clearer now. Both Hay and later Von Huene (*Neues Jahrbuch Jahrg. 1911 Bd. II, pag. 146, 1912*) agree in pointing out that the so-called parietal extensions of *Triceratops* are in reality projections formed by the fusion of elements which should be called *dermo-parietals*. I go further and state that this is not only correct but that in all probability there are two additional lateral dorsal elements fused with the squamosals-hypothetically the *dermo-squamosals* ; and the hypothesis is clearly at liberty to go on and say that the horns as will may include equivalent dermo-cornutal elements. Now any such *dermocornutals* may, and both the dermo-parietal and dermo-squamosal region must belong to the same deep dermogene layer in the Ceratopsidae that in *Polacanthus* and the Nodosauridae gives rise to what I descriptively call the lumbar-hip-carapace, which clearly results from the fusion of dermo-iliac plates ; for in all these instances whether in the skull region of Ceratopsids or the post-dorsal region of *Polacanthus* we see the bones of this primary deep dorsal layer undergoing direct fusion with the endoskeleton, just as in the dorsum of the turtles. Moreover just as I proved in the case of early turtles like *Archelon* and *Toxochelys Bauri* the bones of this deep layer bear or are ridden by those of an outer superficial layer. The demonstration of this superficial layer and its *run in keels* of course explained the origin of the osteodermal carapace of *Dermochelys*.

In the Ceratopsids, however, the outer osteodermal layer is represented by the *epoccipitals*, as Marsh called them, which *ride* the dermo-parietal and dermo-squamosal

region. And similar usually keeled series of various other Dinosaurs must also be homologous to the Dermochelan mosaic.

Only in the *Stegosaurus* is it difficult to state whether the two huge rows of dorsal spines belong to the outer, or to the nether dermogene armor-producing layer; while it is not absurd to suggest that the upright dorsal plates could possibly result from the fusion of elements of both layers. Though we should not lose sight of the alternative explanation that the skull plate of *Ankylosaurus* the horns and frill of *Triceratops*, the dorsal plates of *Stegosaurus* and the dermo-iliac elements of *Polacanthus*, *Nodosaurus* and *Stegopelta* may all be homologous elements of a dominant midline armor arising from the deep dermogene layer and thus in part analogous to the pleuralia of turtles.

Similarly, going much further afield, it is entirely possible that in the origin of the extraordinary supra-occipital crest of *Pteranodon* brought to light in the course of the admirable studies of Eaton, some strictly dermal element has played a part. And, indeed, responsive or counter growth of the endoskeleton finally resulting in fusion with dermogene elements, with the complete obliteration of sutural lines, is of common observation in the Vertebrata, being essentially a senile course of development, which has to do with the aging of races quite as much as the production of purely protective features. The studies of Beecher on the origin of spines have interest in this connection.

Going back to the first premise : As noted, in strong contrast to Crocodile-like reptilian types which mainly develop the outer dermogene bone-producing layer the turtles originally had prominently developed both the outer and nether dermogene layers. But they tended early to strengthen and use the under layer only along very conservative lines and never in their history developed cranial armature of any kind, save in the comparatively recent and altogether aberrant *Meiolania*. On the contrary, as fusion of the dermogene with the chondrogene elements of the carapace and plastron went on, the armorless head became more or less retractile ; while the carapace and plastron, though of virtually senile origin, have plainly been the primary factor in giving to the Testudinata an exceedingly long lease of life.

Appositely in the Dinosauria, a far more active and aggressive race, strong develpement of both body and cranial armature, in both the upper and the nether dermogene layers, largely confines itself to the bizarre patterns of Cretaceous times.

Thus, it is the under layer which gives rise to the huge plate roofing the entire skull in the remarkable genus *Anchylosaurus* of Brown. In the Ceratopsids, as stated the outer dermogene layer forms the epoccipital fringe of the under stratum, wich is not, as at first supposed, an excrescent skull growth, but deep dermal bone in reality strictly homologous to the hip armature of *Polacanthus*. Considered separately, we can reach but indefinite surmises as to the mode of origin or the meaning of these armor features. But clearly, when taken in their complementary relation, unity is restored to the armored series, and the simple structure generalisation which clears up its true nature is at once discerned.

In a word, then, the Dinosaurs, instead of eventually confining extensive dermal

development to a single nether layer covering the body region only, as in the turtles, tended to develop both the nether and outer layers in the body or skull or both. And this is only another but definite way of saying that the dermal armature was variously developed in the Dinosauria, or that it tended to assume bizarre patterns, whether we consider the final results as devices for offense or defense, or a primary or secondary use of dermal ossifications of essentially senile nature or origin. In either case in strong contrast to the conservative armor development seen in the turtles, this growth of the most formidable armature known in land animals must have resulted in a most delicately balanced environmental adjustment in the entire race of armored Dinosaurs.

Obviously, too, this conception of the Dinosaurian armor as arising from the two dermogene bone-forming layers is still further simplified on observing the constant tendency of the separate plates or elements to develop nodes of growth, which could arise anywhere on their surfaces or borders, in series forming the most ornate patterns. The plate, or flat dermal element, thus lifts itself up by the simplest process into the frill of *Triceratops*, the tremendous erect flat plates of *Stegosaurus*, or the huge caudal spines of the latter animal or of *Nodosaurus*, or those of *Hierosaurus*.

Furthermore the development of the supracranial horn-cores in *Triceratops* can offer no difficulty to the parallel between Dinosaurian and Testudinate armature here drawn, since these features are at least morphologically repeated in *Meiolania*.

In both these cases, too, they horns may be viewed as exceptional structures quite apart from those dermal growths and modifications characteristic of turtles, and now known to have been present in an immensely varied and cosmopolitan series of Dinosaurians.

In closing I may be allowed to assert that this exceedingly simple explanation of the Dinosaurian armor at once gives us a clearer conception of the relationships of the various Dinosaur groops, and invites renewed study for the purpose of determining what endoskeletal variations resulted secondarily to the development of the dermal armor. It encourages us to believe, moreover, that the day can not be far distant when some of the proximate causes of armor development may be discerned, now that we see that armored Dinosaurs are by no means so strongely or fundamentally different from other Dinosaurs or even from other reptiles as was once supposed.

The summation we therefore fairly reach is that the growth impulse in the dermogene layers which forms the pre- or *dermodentary* diagnostic of the Predentata of Marsh, culminates in the *rostral*, *dermocornutal*, and *frill* investiture of the Ceratopsids; while the dorsal armor of the Stegosaurus and the *cranio-dorsal* armature of the Nodosauridae are all structurally homologous, it being in most cases plain to which of the two dermogene bone producing layers any given element belongs just as in the Testudinata.

The bones which Hay called *fascia* bones, the gastrals of crocodilians, the pternals of turtles and other reptiles, must all in our judgement originate in the deeps dermogene layer. Such elements cannot therefore be in any final sense « subdermal » merely

because they fail to aid in armor productions. To any later tendon ossification so pronounced in Ceratopside as well as in various armorless Dinosaurs the term *subdermal* might better apply.

In any case however, the accurate study of the early embriology of *Dermochelys* must, afford data of primary value in determining the homology and nature of the initial armor-forming stratum in the Reptilia. Theoretically, it would seem that in its earliers stages this stratum may be traced back to a single layer or else a double layer of cells capable of rapid ectal and ental bone production.

OSSERVAZIONI E PROPOSTE

INTORNO AI SAGGI CHIMICI DEL GESSO

NOTA

DEL

Prof. ALFREDO CAVAZZI

(letta nell'Adunanza del 19 Maggio 1912).

Se si considera il largo uso che si fa del gesso in alcune regioni, come la nostra, fornite di giacimenti di selenite pregevolissimi per ricchezza e qualità del minerale, riesce difficile spiegare e giustificare, non dirò l'abbandono, ma la poca importanza che si è data alla ricerca di metodi semplici e sicuri per il saggio chimico di questo prezioso materiale cementante. Conseguentemente quanto finora è stato fatto in tale proposito è troppo poco rispetto alla risoluzione di tutti i quesiti che possono essere posti ai chimici dai fabbricanti e dai costruttori, e non sempre con sufficiente conoscenza delle proprietà del gesso.

Compreso però della importanza e della vastità dell'argomento, io intendo colla presente pubblicazione di recare soltanto una modestissima contribuzione di ricerche, che altri chimici potranno estendere, migliorare e completare.

Determinazione del gesso attivo nella presa rapida

Questo è il principale argomento rispetto alle prove chimiche di controllo del gesso cotto industrialmente, intorno al quale non mi è riescito di trovare alcun accenno di altri metodi, che direi quasi diretti, nei più noti e reputati Trattati di analisi tecnologica, negli atti di parecchi Congressi internazionali e nè meno nella relazione presentata nel 1901 dall'Associazione dei fabbricanti tedeschi di gesso sul saggio di questo materiale. Le maggiori notizie intorno ai metodi da seguirsi nel saggio chimico del gesso le ho trovate nel Trattato del Jagnaux, edito a Parigi nel 1897 (*Analyse chimique des substances commerciales minérales et organiques*).

Quello che ho studiato e propongo per determinare la quantità di sale attivo nella presa rapida del gesso cotto, che si impiega come materiale cementante, si fonda sui fatti seguenti:

1° Fatto. — Se si agitano 500 cm^3 di soluzione di solfato di calcio, *perfettamente* satura alla temperatura cui si opera, con ½ gramma di sale puro e finissimo (1) disidratato a 140°, la polvere stessa si scioglie immediatamente, formando una soluzione soprassatura.

In condizioni identiche altrettanto accade col sale disidratato a 200° dopo 2 ore di riscaldamento.

Invece col medesimo sale disidratato in 2 ore a 250°, si vede che dopo 5 minuti di agitazione la massima parte del sale (g. 0,5) è passata in soluzione, ma si ha un lieve intorbidamento che, mantenendo costante la temperatura, non scompare più.

Nella stessa prova fatta col sale disidratato 2 ore fra 290° e 300° il liquido, anche dopo 15 minuti di agitazione, resta molto torbido, e la soluzione filtrata è visibilmente, ma lievemente soprassatura, come si dimostra in modo semplice portandola e mantenendola 2 o 3 minuti all'ebollizione senza perdita di vapore d'acqua, laddove nella soluzioni precedenti la ebollizione produce subito un deposito relativamente abbondante di sale cristallino.

Questi esperimenti portano a concludere che per ottenere del gesso molto attivo nella presa rapida, la cottura dovrebbe esser fatta ad una temperatura non superiore a 250°, cioè in condizioni tali che la polvere finissima del prodotto cotto sia facilmente e completamente solubile in un conveniente volume di soluzione satura di solfato di calcio. E quando ciò avviene, come nel caso del gesso disidradato fra 120° e 200°, il sale durante la presa va soggetto ad una completa idratazione, ossia si appropria due molecole di acqua per una di solfato di calcio.

In una breve Nota che lessi all' Accademia nel 1907 feci rilevare che la selenite cotta fra 320° e 330° fa ancor presa rapida e forte purchè sia impastata con poc'acqua, e che agitando per 5 minuti un latte denso, ossia con *grande eccesso* dello stesso prodotto finamente polverizzato, e filtrando, si ottiene una soluzione fortemente soprassatura.

Nella stessa Nota dissi pure che impastando con acqua del gesso cotto fra 320° e 330° e lasciando disseccare l'impasto nell'aria a temperatura ordinaria, in 100 parti di questo trovai in media 15 per 100 di acqua combinata invece di 20,92; di guisa che l'idratazione non è completa, come nel caso della selenite disidratata a temperatura più bassa. Ciò, a mio credere, dimostra in modo palese un difetto nella cottura ed insieme una degradazione nell'energia del materiale cementante

D'altra parte è da osservare che il fatto della presa rapida e forte delle malte sode confezionate con polvere di gesso cotto fra 320° e 330° è in correlazione coll'attitudine del

(1) Il processo più semplice per ottenere del solfato di calcio idrato puro e finamente cristallizzato consiste nell'introdurre in un matraccio, contenente 4 litri di acqua distillata a temperatura ordinaria, 60 grammi di selenite passata allo staccio di 4900 maglie e poscia cotta per 4 o 5 ore fra 130° e 140° circa. Dopo aver agitato vigorosamente il recipiente 5 o 6 minuti, si versa il latte così ottenuto entro uno o due grandi filtri senza pieghe: si raccoglie tutta la soluzione filtrata soprassatura entro un altro grande matraccio che si immerge e tiene per mezz'ora o poco più in acqua bollente. Così il sale eccedente si depone: si raccoglie su filtro il precipitato cristallino, poi si piega il filtro su se stesso, si comprime fra pezza di cotone o carta sciugante, e in fine si lascia seccare il sale all'aria.

gesso stesso a produrre soluzione soprassatura, e molto probabilmente basta che intorno ai singoli e piccoli granuli degli impasti si formi uno strato, direi quasi, infinitesimale di gesso gelatinoso, perchè si abbia un forte indurimento.

Secondo le ricerche, eseguite pure nel 1907, dal Leduc e dal Pellet (*Essais sur le platre*), la selenite scaldata per 1 ora a 600° e ridotta in malta con 85 per 100 di acqua, dopo 24 ore prende un fortissimo indurimento: facoltà che verrebbe meno alla selenite riscaldata per 1 ora a 650°.

Certo è però che la temperatura di 300° e tanto meno quella di 600° non sono le più acconce alla cottura del gesso, il cui pregio principale e caratteristico, nelle ordinarie condizioni del suo impiego, è la rapidità della presa; la quale al bisogno può essere facilmente moderata, o aumentando nelle malte la quantità di acqua, o aggiungendo a queste dei corpi inerti, come, ad esempio, una quantità piuttosto forte di sabbia.

2° Fatto. — Una soluzione di selenite, perfettamente satura alla temperatura cui si opera, non scioglie la selenite stessa, ossia il gesso crudo, nè il gesso troppo cotto.

È naturale che il gesso crudo non possa essere sciolto da una soluzione già satura del medesimo sale. Ma l'esperienza dimostra che altrettanto avviene della polvere di selenite scaldata e mantenuta per 1 ora al calor rosso; la quale, sbattuta che sia con acqua distillata in forma di latte, molto lentamente si idrata e discioglie, ma, anche dopo mezz'ora di scuotimento, si trova che il liquido filtrato non è soprassaturo; come non lo diviene se in questo esperimento, invece dell'acqua distillata, si adopera una soluzione esattamente satura di selenite alla temperatura cui si opera.

Dipendentemente dal potere che manca tanto al gesso crudo, quanto al minerale troppo cotto, di generare soluzioni soprassature, accade che le malte dell'uno e dell'altro, com'è noto, non fanno presa.

Ciò premesso dirò che, per applicare con sicurezza di buoni effetti il metodo che propongo per la determinazione del gesso attivo nel minerale cotto industrialmente, *condizione essenzialissima* è quella di preparare una soluzione di selenite perfettamente satura ad una determinata temperatura, che per comodità di saggio sarà uguale o superiore di un grado o due alla temperatura ambiente, affinchè il recipiente che conterrà la soluzione, tenuto immerso nell'acqua di una vasca di grandezza conveniente, possa essere facilmente mantenuto alla temperatura prestabilita con piccole e opportune aggiunte di acqua bollente.

Per fare questa soluzione perfettamente satura si introducono 40 grammi circa di selenite pura, passata allo staccio di 4900 maglie, in 4 litri di acqua distillata e si agita a brevi intervalli per *8 ore almeno*, mantenendo ben costante la temperatura cui si dovrà poi operare. Si può anche sospendere l'agitazione per riprenderla il giorno seguente, purchè durante la notte la temperatura dell'ambiente, che secondo la stagione potrà variare fra 12° e 30°, diminuisca, altrimenti la solubilità della selenite leggermente aumenta e, dopo successivo raffreddamento sino alla temperatura iniziale, la soluzione conserverebbe a lungo un lievissimo grado di soprassaturazione che é necessario evitare. Dopo 8 ore di scuotimento si versa il latte di selenite sopra un filtro liscio che possa contenerne 1 litro e mezzo circa a fine di eseguire la filtrazione in breve tempo.

Una seconda condizione pure importantissima, rispetto alla determinazione del gesso attivo nel minerale cotto, è quella di sapere quanto si deve impiegare di questo e della soluzione normalmente satura, che per comodo e brevità di discorso indicherò in seguito colla lettera *A* e con *T* la sua temperatura.

Le non poche e non dubbie prove fatte a tale intento mi hanno fatto ben certo che per ottenere buoni risultati bisogna sempre impiegare 1 litro della soluzione A per 1 gramma di gesso cotto. Potrebbe bastare ½litro soltanto, quando la quantità del gesso attivo nella presa rapida non superasse il 50 per %, ma in mancanza di prove e per un prodotto di composizione praticamente tanto variabile, questa circostanza non può essere riconosciuta e stabilita colla necessaria approssimazione e sicurezza

Ora dirò come il saggio deve essere eseguito.

Si fa cadere 1 gramma e ½ di gesso cotto industrialmente, passato allo staccio di 4900 maglie, e meglio ancora se ridotto a maggior finezza in mortaio di agata, entro matraccio conico dell'Erlenmeyer contenente al preciso 1 litro e ½ della soluzione *A* alla temperatura *T* cui fu preparata, e si agita senza interruzione per 20 minuti, dopo i quali si versa il liquido torbido entro un grande filtro senza pieghe, che ne possa contenere non meno di 1 litro. Allorchè la soluzione passa limpida, se ne raccoglie esattamente 1 litro entro pallone tarato e poi si versa entro matraccio conico o in bicchiere da precipitato.

In questo litro di soluzione soprassatura che chiamerò B, si trova il sale esistente in 1 litro della soluzione satura A, più il solfato di calcio corrispondente al gesso attivo solubile che si trova in 1 gramma del gesso cotto messo in prova.

Allora in 1 litro della soluzione A si versa un eccesso di soluzione di carbonato sodico; si porta all'ebollizione per convertire in polvere il carbonato di calcio gelatinoso; si raccoglie il precipitato su filtro di carta pura, seccato a 100° e pesato; si lava il carbonato con acqua bollente; si piega il filtro su se stesso e si comprime fra carta sciugante, e infine si pone e mantiene per 3 o 4 ore entro stufa a 100°, e si pesa di nuovo.

L'aumento di peso P del filtro fa conoscere la quantità di carbonato di calcio equivalente a tutto il solfato, supposto anidro, esistente in 1 litro della soluzione A.

D'altra parte si ripete la stessa operazione sopra ugual volume, ossia 1 litro, della soluzione soprassatura B.

L'aumento di peso del filtro sarà P'. La differenza P'-P dà la quantità di carbonato di calcio corrispondente al gesso attivo, supposto anidro, che la soluzione A ha sciolto in 1 gramma del gesso cotto.

Dalle due formule $CaCO_3$ e $CaSO_4$ si deduce che 100 parti in peso di carbonato di calcio equivalgono o corrispondono a 136 di solfato anidro.

Prima di questo metodo avevo pensato di agitare per 20 minuti 1 gramma di gesso cotto, finamente polverizzato, con 1 litro della soluzione A, di filtrare e di tenere il recipiente contenente la soluzione soprassatura filtrata immerso per mezz'ora in acqua bollente, a fine di far deporre il sale eccedente, e di determinare la quantità di questo. Ma il processo, che per essere razionalissimo mi ha fatto perdere molto tempo, riesce di difficile esecuzione, richiedendo troppe operazioni delicate e molto tempo, e conduce a risultati incerti

e quasi sempre meno esatti del precedente. Qui l'ho accennato soltanto come semplice avvertimento di un inutile mio tentativo.

A questo punto debbo fare a me stesso una domanda che mi potrebbe giungere da altri non inaspettata, ed è questa:

Quella quantità di gesso cotto finissimo che non si scioglie dopo averlo agitato per 20 minuti con un volume conveniente di soluzione satura di solfato di calcio, si può realmente considerare nelle malte quale corpo inerte e senza efficacia nel loro indurimento finale?

Certamente il gesso che non si scioglie nelle predette condizioni non è attivo nella presa rapida delle malte nel modo ordinario del loro impiego, vale a dire, in istato di poltiglia alquanto molle e fluida. D'altra parte nella esecuzione del saggio, l'agitazione può essere protratta senza inconveniente molto più di 20 minuti, 1 ora ad esempio, ma quasi senza alcun vantaggio.

Comunque sia, è fuori d'ogni dubbio che il saggio da me proposto riesce preziosissimo nel controllo della fabbricazione del gesso cotto in un dato forno, e come prova semplice, rigorosa e sicura nel confronto delle qualità di gessi di diversa provenienza e fabbricazione.

Determinazione dell'acqua igroscopica nel minerale crudo

Il Jagnaux, nel suo Trattato di analisi più sopra menzionato, dà per buono il metodo che riporto fedelmente tradotto: « *Si mettono 10 grammi di pietra da gesso ridotto in polvere entro una capsula di platino, si pesa e si dissecca a 100° sino a peso costante. Si pesa: la perdita di peso indica l'acqua igroscopica* ».

Ricorderò che in una mia Nota, pubblicata negli atti dell'Accademia del 1907, dimostrai che la selenite pura, riscaldata a 100° *sino a peso costante*, perde non solo l'acqua igroscopica, ma anche i $^3/_4$ dell'acqua di cristallizzazione, trasformandosi in $CaSO_4$ o, $5H_2O$.

Conseguentemente, per determinare nella pietra da gesso l'acqua igroscopica, bisogna polverizzare finamente il minerale, pesarne 5 o 10 grammi entro capsula di porcellana o di vetro, e lasciare questa entro essiccatore ad acido solforico, nel quale si possa fare il vuoto, sino a che due pesate successive, fatte a debita distanza, sono identiche.

Si può anche disseccare entro stufa ad acqua, a condizione di tenerla a temperatura non superiore a 55° o tutto al più fra 55° e 60°.

Il Prof. Gianoli presentò alla Società chimica di Milano una Nota (1903) « *Sul controllo chimico del gesso* » nella quale, proponendo un metodo per determinare l'aumento di peso che avviene nel gesso cotto per effetto della idratazione, consiglia con ragione di disseccare la massa idratata nell'aria e nel vuoto, e non in stufa a 100°.

Si noti che anche il gesso cotto contiene talvolta piccole quantità di acqua igroscopica, la cui determinazione può esser fatta come si è detto per il minerale crudo.

Determinazinne di tutta l'acqua esistente nel minerale e nel gesso cotto

Introdurre in un piccolo matraccio conico piuttosto alto, con bocca larga ed esattamente pesato, 5 grammi di minerale o di gesso cotto, tenere il recipiente immerso in bagno ad olio per 1 ora a 150° circa all'intento di scacciare l'acqua igroscopica e quasi tutta l'acqua di cristallizzazione. Poscia applicare al matraccio un tappo a due fori portante due tubi a squadra per far passare nel recipiente una debolissima corrente di aria, e continuare il riscaldamento per un'altr'ora dopo aver portato il bagno a 300°. Quindi si sospende il riscaldamento, si pulisce con ogni cura all'esterno il matraccio prima con una pezza qualunque, poi con cotone bagnato nello spirito o nella benzina, si asciuga e si pesa. La perdita di peso fa conoscere la quantità totale di acqua esistente in 5 grammi del gesso in prova.

Questa operazione non potrebbe dare risultati molto esatti quando il minerale crudo contenesse quantità rilevanti di materie organiche, di argilla, di idrato di ferro o di solfato di sodio e di magnesio. A 300° certe sostanze bituminose possono almeno parzialmente volatilizzare, altre invece, bituminose o no, andar soggette ad una decomposizione più o meno profonda, laddove alla stessa temperatura e in presenza del poco vapor d'acqua che può fornire il gesso dopo essere stato scaldato per 1 ora a 150°, difficilmente avverrà la decomposizione del carbonato di calcio che il minerale spesso contiene.

Il Jagnaux consiglia di dosare insieme nella pietra da gesso, ossia nel minerale crudo, l'acqua e l'anidride carbonica, scaldandone 5 grammi in crogiuolo di platino al calor rosso, ma questo metodo darà risultati soddisfacenti sol quando si abbia certezza che il minerale è privo di materie organiche e di altri corpi abbastanza volatili ad alta temperatura, come, ad esempio, il cloruro di sodio che non è raro di trovare nei giacimenti di selenite.

Determinazione dell'acqua assorbita nel gesso cotto

È questa determinazione importantissima per le preziose indicazioni che somministra sugli effetti che la cottura ha prodotto nel minerale, quando siano particolarmente ben conosciute le quantità di solfato di calcio, di acqua e delle sostanze estranee insolubili e inerti che il prodotto cotto contiene; indicazioni che sarebbero però erronee allorchè il minerale avesse fra le sue impurezze quantità notevoli di solfato di sodio e di magnesio, cioè di sali che nel minerale crudo contengono molt'acqua di cristallizzazione, che perdono durante la cottura e riprendono avidamente nella confezione delle malte.

Del resto è cosa ben nota che lo stesso minerale cotto in condizioni diverse per intensità e durata di riscaldamento assorbe e consolida più o meno di acqua, e che il meglio cotto è più attivo nella presa è quello che se ne appropria di più nel fenomeno della sua idratazione.

La prova si eseguisce introducendo in una piccola vaschetta di vetro fornita di coperchio ed esattamente pesata 1 gramma di gesso cotto finamente polverizzato e 2 cm^3 di

acqua distillata, con cui la polvere deve essere accuratamente spappolata mediante un piccolo pestello. Si lascia a sè l'impasto 2 ore sotto campana di vetro in atmosfera molto umida; poi si pone la vaschetta scoperta entro essiccatore nel quale si fa il vuoto, e vi si lascia sino a che due pesate, fatte a distanza di due o tre ore, risultano uguali. Allora si chiude la vaschetta col suo coperchio e si pesa. L'aumento di peso fa conoscere la quantità di acqua assorbita da 1 gramma di gesso cotto, purchè, come si disse, questo sia privo di Na_2SO_4 e di $MgSO_4$.

Non è consigliabile di produrre l'essiccamento in stufa fra 50° e 55°.

È poi facile calcolare che 1 gramma di gesso cotto supposto puro, completamente anidro e idratabile, dovrebbe assorbire g. 0,264 di acqua, di guisa che la cottura sarà tanto meglio fatta quanto più la proporzione dell'acqua assorbita dal solfato di calcio, realmente esistente in 1 gramma di minerale, si avvicina a questa quantità teorica. Qualora invece se ne scosti molto, è sicuro indizio o che la proporzione delle sostanze eterogenee non idratabili è più o meno forte, o che il minerale fu troppo cotto.

Le conclusioni cui si vorrebbe giungere, supponendo che l'acqua rimasta nel minerale dopo cottura sia in forma di $CaSO_4.0,5H_2O$, mi sembrano un po' arbitrarie e non abbastanza giustificate, sia perchè havvi del gesso cotto, come la selenite disidratata per alcune ore a 140° e a temperatura anche maggiore, solubilissimo nella soluzione satura di solfato di calcio ed atto alla presa rapida, quantunque contenga una quantità di acqua molto inferiore a quella del composto $CaSO_4.0,5H_2O$, sia perchè in causa del modo imperfetto con cui la cottura del minerale viene generalmente praticata, nel prodotto cotto si riscontrano di sovente o sempre quantità non lievi di gesso crudo.

Determinazione dell'anidride carbonica nel minerale crudo

Nel maggior numero dei casi l'anidride carbonica trovasi nella pietra da gesso prevalentemente in forma di carbonato di calcio, qualche volta misto a carbonato di magnesio. Se la quantità di $CaCO_3$ non oltrepassa un certo limite, la pratica ha rilevato che le malte del minerale cotto prendono col tempo all'aria maggior durezza e resistenza. E il fatto con tutta probabilità si spiega, considerando che nelle condizioni in cui il minerale vien cotto nei comuni forni, il carbonato di calcio, trovandosi in una atmosfera ricca di vapor d'acqua, è decomposto, come dimostrò per primo il Gay-Lussac, a temperatura relativamente bassa, e la calce resa libera produrrebbe i buoni effetti, cui si è accennato.

Il carbonato di magnesio è decomposto anche più facilmente del $CaCO_3$, ma la magnesia è base troppo debole per potérle attribuire un'azione paragonabile a quella della calce nella presa delle malte aeree di gesso cotto.

Per la determinazione dell'anidride carbonica si mettono in un matraccio a collo molto largo 10 grammi di minerale polverizzato e si chiude il recipiente con tappo a tre fori: in uno si introduce un tubo a bolla munito di chiavetta, e serve per far cadere sulla polvere del minerale 50 cm^3 cubici di acido cloridrico molto allungato con acqua: in ciascuno degli altri due fori si applica un tubo piegato a squadra. Uno di questi comunica

con un apparecchio che manda nel palloncino una corrente moderata di aria spoglia di CO_2, e l'altro con un apparecchio contenente una soluzione ammoniacale di $BaCl_2$, nella quale si ferma l'anidride carbonica messa in libertà dall'acido cloridrico e che si svolge dal liquido riscaldando debitamente il matraccino. Dalla quantità di $BaCO_3$ così prodotta si deduce quella dell'anidride carbonica.

Essendo il processo ben noto, non occorrono maggiori dettagli.

Farò osservare che l'assorbimento di CO_2 con calce sodata o potassa caustica richiederebbe apparecchi più complicati e non sarebbe applicabile al saggio del gesso cotto che contenesse solfuro di calcio.

Determinazione nel minerale e nel gesso cotto dei corpi estranei insolubili

I corpi estranei minerali che sogliono trovare nella pietra da gesso e che si considerano come insolubili nell'acqua, sono l'argilla, la silice, i carbonati di calcio e di magnesio l'idrato di ferro e più raramente i solfati di bario e di stronzio.

Il Jagnaux determina ad un tempo la quantità di solfato di calcio e di questi corpi eterogenei insolubili agitando, complessivamente per 5 giorni e a più riprese, 2 grammi di minerale ridotto in polvere finissima con 9 litri circa di acqua distillata, operando a temperatura ordinaria. Raccoglie il residuo su filtro pesato, lava con acqua fredda, dissecca e pesa di nuovo. D'altra parte in un volume ben misurato dalla soluzione limpida così ottenuta, precipita l'acido solforico col cloruro di bario, e dalla quantità del solfato di bario deduce quella del solfato di calcio.

Prima di tutto queste operazioni richiedono troppo tempo. In secondo luogo è da osservare che, quando fra le impurità del gesso si trovano in abbondanza il carbonato di calcio e il carbonato di magnesio, l'errore che si commette nella determinazione dei corpi estranei sarebbe molto grave in causa della non assoluta insolubilità di questi sali, sapendosi che 1 litro solo di acqua distillata dopo lunga agitazione può sciogliere all'incirca g. 0,012 (a 23°,8 Hollemann) o g. 0,059 (acqua fredda Fresenius) di $CaCO_3$ e più ancora di $MgCO_3$. L'errore sarebbe praticamente trascurabile se i corpi estranei esistenti nella pietra naturale fossero l'argilla, la silice e i solfati di bario e di stronzio. In terzo luogo il metodo raccomandato dal Jagnaux non potrebbe estendersi al saggio del minerale cotto. Infine, il dedurre la quantità del solfato di calcio da quella del solfato di bario precipitato dalla soluzione del minerale, presuppone che questo sia privo di solfati solubili all'infuori del solfato di calcio È noto invece che in natura vi sono pietre da gesso che contengono più o meno di solfato di sodio e di solfato di magnesio.

Era quindi opportuno ricercare un metodo di determinazione dei corpi estranei insolubili che fosse abbastanza rapido, semplice, sicuro, e nel tempo stesso applicabile al saggio tanto del minerale crudo, quanto del cotto.

La riuscita del tentativo non poteva essere incerta nè difficile, ricordando un fatto ben noto, cioè che vi sono parecchi corpi che, sciolti nell'acqua, aumentano di molto la solubilità del solfato di calcio, e che alcuni di essi non accrescono la solubilità dei corpi

estranei che il gesso può contenere, e particolarmente del carbonato di calcio e del carbonato di magnesio. Restava così escluso l'impiego del cloruro di ammonio e indicatissimo invece il cloruro di sodio.

Il processo che io propongo si fonda sui fatti seguenti ben accertati:

1° Gr. 1 di selenite pura, passata allo staccio di 4900 maglie, si scioglie completamente a temperatura ordinaria (16°) in 120 cm^3 di soluzione semisatura di cloruro di sodio dopo 8 o 10 minuti di agitazione.

Si noti che per soluzione semisatura a temperatura ordinaria intendo realmente una soluzione satura, alla quale siasi aggiunto un ugual volume di acqua distillata.

2° Gr. 1 di gesso purissimo cotto per 1 ora al calor rosso e passato allo staccio di 4900 maglie, si scioglie completamente a temperatura ordinaria (16°) in 150 cm^3 della soluzione semisatura di cloruro di sodio dopo 13 minuti circa di agitazione.

In questi esperimenti il riscaldamento della soluzione sarebbe non solo inutile ma nocivo.

In base a questi fatti ecco come si determina la quantità dei corpi eterogenei insolubili esistenti nel minerale crudo, supposto privo di sostanze bituminose insolubili.

Si introducono in matracio conico 2 grammi di minerale, passato allo staccio di 4900 maglie e fatto ancor più fino in mortaio di agata, e 250 cm^3 o poco più della soluzione semisatura di cloruro di sodio: si agita per 20 minuti a temperatura ordinaria e, dopo mezz'ora circa di riposo, si versa il liquido torbido e raccoglie la sostanza insolubile su filtro di carta pura, seccato a 100° e pesato: si lava la sostanza stessa sul filtro con acqua bollente sino a che il liquido che passa non dà più la reazione caratteristica dei solfati. Poscia si pone il filtro in stufa a 100° e, dopo completo essiccamento, si pesa. L'aumento di peso del filtro fa conoscere la quantità delle sostanze minerali insolubili contenute in 2 grammi del minerale.

Per fare questa determinazione sul gesso cotto si opera nello stesso modo, soltanto che per 2 grammi di sostanza bisogna impiegare 300 cm^3 o poco più di soluzione semisatura di clororo di sodio invece di 250.

La ragione per cui non si può impiegare in questo saggio la soluzione di cloruro di ammonio è che essa, anche a temperatura ordinaria, scioglie quantità non trascurabili di $CaCO_3$, e molto e rapidamente di $MgCO_3$.

A conferma, del resto non necessaria, di questo inconveniente sta il fatto che quando il gesso fra le sue impurezze contiene quantità rilevanti di $CaCO_3$ e di $MgCO_3$, come la selenite delle cave bolognesi, l'impiego della soluzione di NH_4Cl, invece di quella di NaCl, dà sempre un residuo insolubile minore.

Dirò tuttavia che, a temperatura ordinaria, 1 gramma di selenite pura, passata allo staccio di 4900 maglie, si scioglie perfettamente dopo 10 minuti circa di agitazione in 104 cm^3 di una soluzione contenente in 100 cm^3 grammi 8 di cloruro di ammonio; e 1 gramma di solfato purissimo anidro, passato allo staccio di 4900 maglie e ottenuto riscaldando per 1 ora della selenite al calor rosso, si scioglie in 140 cm^3 della medesima soluzione dopo 20 minuti circa di agitazione.

Determinazione della quantità di solfato di calcio nel minerale e nel gesso cotto

Nel dubbio che il gesso possa contenere solfato di sodio o solfato di magnesio e per risparmiare la ricerca qualitativa non breve di questi due sali, si opera come segue.

Introdurre in matraccino conico ½ gramma di minerale o di gesso cotto passato allo staccio di 4900 maglie e ridotto ancor più fino in mortaio di agata: aggiungere 60 o 70 cm^3 della soluzione semisatura di cloruro di sodio: agitare per 20 minuti: filtrare se il liquido è torbido, e lavare con acqua bollente sino a che la soluzione che passa non dà più la reazione dei solfati: raccogliere questa entro bicchiere da precipitato: aggiungere ½ gramma circa di cloruro di ammonio per impedire la precipitazione del magnesio e nella soluzione, portata all'ebollizione, precipitare il calcio con ½ gramma circa di ossalato ammonico sciolto in poc'acqua bollente: raccogliere l'ossalato di calcio su filtro, lavare con acqua bollente e dopo essiccamento in stufa trasformarlo in CaO o in $CaCO_3$ colle avvertenze e i metodi ben conosciuti.

Qualora con saggi qualitativi sia stato ben assicurato che il gesso da assaggiare è privo di altri solfati all'infuori di $CaSO_4$, si può trattare, come è stato detto precedentemente, ½ gramma di gesso con 60 o 70 cm^3 della soluzione semisatura di cloruro di sodio, e nel liquido filtrato reso bollente e leggermente acido con HCl precipitare l'acido solforico col cloruro di bario. Dalla quantità del solfato di bario si deduce quella del solfato di calcio.

Esclusa nel gesso la presenza di altri solfati solubili si può anche agitare a temperatura ordinaria, 10 minuti circa, ½ gramma di polvere finissima di gesso crudo o cotto con 50 cm^3 di acido cloridrico diluito, formato con 5 cm^3 di HCl fumante e 45 cm^3 di acqua distillata. Se dopo questo trattamento la soluzione è torbida, si filtra e si lava con acqua bollente sino a che il liquido che passa non dà più la reazione dei solfati; alla soluzione filtrata e bollente si aggiunge il cloruro di bario, e poi si lascia raffreddare. È superfluo accennare alle altre operazioni che occorrono al compimento di questa ricerca.

Determinazione del solfuro di calcio nel gesso cotto

Dall'odore di idrogeno solforato che si svolge bagnando un po' di gesso con alcune gocce di acido cloridrico diluito si scopre facilmente la presenza del solfuro di calcio e sino ad un certo punto se il sale ne contiene soltanto tracce o quantità ragguardevoli.

La presenza del solfuro di calcio nel gesso cotto di recente fabbricazione può significare particolarmente che il minerale, da cui è derivato, conteneva materie organiche, o che la riduzione parziale del solfato è avvenuta per azione dei prodotti di una combustione incompleta del combustibile (H_2CO, carburi di idrogeno e fumo), ciò che in una cottura ben condotta dovrebbe essere impedito. Qualche volta la trasformazione avviene per entrambi queste cause.

Indizio sicuro della presenza delle materie organiche non volatili nel minerale crudo

si ha quando la sua polvere, riscaldata al calor rosso fuori del contatto dell'aria e di gas riducenti, bagnato con acido cloridrico dà svolgimento di H_2S. Se invece il solfuro di calcio apparisce soltanto dopo la cottura nei forni, la riduzione è allora effettuata dai prodotti della combustione incompleta del combustibile. È pure da osservare che la trasformazione del solfato in solfuro avviene ad una temperatura molto superiore al grado di calore che conviene alla buona cottura del minerale.

Per determinare nel gesso cotto la quantità di solfuro di calcio, si introducono 4 grammi di sostanza, ridotta in polvere finissima, entro matraccio da 400 cm^3 e 50 cm^3 circa di acqua per avere un latte denso sul quale si fanno cadere sollecitamente, a temperatura ordinaria, 200 cm^3 di acido cloridrico diluito (40 cm^3 di HCl fumante e 160 cm^3 di acqua) in cui precedentemente si sia fatto sciogliere all'ebollizione 1 gramma di anidride arseniosa finamente polverizzata. Si chiude subito il recipiente con tappo di gomma e si dibatte fortemente per 15 minuti. Così tutto il solfato di calcio si scioglie e lo zolfo del solfuro si trasforma in trisolfuro di arsenico, il quale resta misto ai corpi estranei insolubili nell'acido cloridrico che il minerale generalmente contiene. Dopo un po' di riposo si filtra e si lava accuratamente la sostanza rimasta sul filtro con acqua distillata a temperatura ordinaria: poscia si stende il filtro sul fondo di una capsula di porcellana in cui si versa ammoniaca diluita quanto basta per sciogliere il solfuro di arsenico: si filtra di nuovo, si lava alcuna volta con soluzione diluitissima di ammoniaca e in seguito con acqua distillata. Al liquido passato sotto il filtro si aggiunge prima acido cloridrico sino a reazione fortemente acida e poi un po' di soluzione di H_2S. Dopo un po' di riposo, si raccoglie il solfuro di arsenico riprecipitato su piccolo filtro seccato a 100° e pesato, si lava con soluzione allungata di H_2S, indi si secca in stufa a 100° e si pesa. L'aumento di peso del filtro dà la quantità di As_2S_3 ottenuta da 4 grammi del gesso cotto in prova. 100 parti in peso di As_2S_3 corrispondono a 87,8 di CaS.

Ma raramente il gesso cotto che impiegano i costruttori contiene quantità apprezzabili di solfuro di calcio. La ricerca quantitativa di questo solfuro potrà invece essere opportuna quando, per certe applicazioni del gesso, si pratica di cuocere nei forni una mescolanza di piccoli pezzi di minerale e di combustibile, in generale di litantrace; ed allora è buona regola di fare questa determinazione prima che il materiale cotto sia stato lungamente esposto all'aria.

Determinazione delle materie organiche nel minerale crudo

In questa ricerca, che, com'è noto, non può essere diretta a determinare la quantità reale di sostanze organiche esistenti nella selenite, è possibile applicare il processo che viene seguito nel saggio delle acque potabili, a condizione che le dette sostanze siano solubili a caldo in acido solforico diluito e che la pietra da gesso sia priva di cloruro di sodio.

Ho detto possibile, perchè a temperatura prossima all'ebollizione 1 gramma di selenite pura, finamente polverizzata, si scioglie facilmente e completamente in 120 cm^3 di acido

solforico diluito (10 cm^3 di H_2SO_4 concentrato in 500 cm^3 di acqua). La soluzione mantenuta calda, rimane limpida anche se si aggiunge ad essa un eccesso relativamente forte di acido ossalico.

Conseguentemente la ricerca delle materie organiche va condotta nel modo seguente.

In un bicchiere da precipitato si mette 1 gramma di gesso crudo passato allo staccio di 4900 maglie e 120 cm^3 di acido solforico diluito, preparato come ho detto più sopra: poi si scalda ad una temperatura prossima all'ebollizione, agitando ad un tempo il liquido con bacchettino di vetro. Se la pietra da gesso contiene argilla, silice o solfato di bario e di stronzio, la soluzione riuscirà torbida, ma, almeno in generale, non tanto da nascondere una colorazione anche lievissima prodotta da permanganato di potassio. Nel caso però che l'intorbidamento fosse troppo forte, converrebbe trattare nello stesso modo un grammo e $\frac{1}{2}$ del minerale polverizzato, lasciar deporre a caldo le sostanze insolubili e dalla soluzione limpida prelevarne per decantazione i $\frac{2}{3}$. Sulla soluzione cosi preparata, sia poi del tutto limpida o no, si opera come suol farsi su 100 cm^3 di acqua potabile, avendo già in pronto le due soluzioni centinormali di permanganato potassico e di acido ossalico.

La determinazione del cloruro di sodio, del solfato di sodio e del solfato di magnesio sarà argomento di un'altra Nota. Dirò soltanto che la precipitazione del cloro in forma di cloruro di argento in soluzione neutra o nitrica di solfato di calcio è tutt'altro che operazione sicura ed esatta; e ciò indipendentemente dalla poca solubilità del solfato di argento, la quale sarebbe già sufficiente operando a caldo.

SULLE FORZE PONDEROMOTRICI ELETTROMAGNETICHE

NOTA

DEL

PROF. LUIGI DONATI

letta nella Seduta del 26 Maggio 1912

In una nota precedente (*) ho mostrato come nella teoria Maxwell-Hertz, considerata sotto un punto di vista speciale, istituendo separatamente il bilancio energetico del campo elettrico e del campo magnetico in un mezzo in movimento, si possano dedurre per l'uno e per l'altro le espressioni delle forze ponderomotrici agenti sugli elementi di volume. — Additerò ora, restando nello stesso ordine di idee, una via più spedita per arrivare agli stessi risultati.

Indico con $\boldsymbol{E}$, $\boldsymbol{H}$ la forza elettrica e la forza magnetica; con $\boldsymbol{D}$, $\boldsymbol{B}$ i due vettori corrispondenti dal cui semiprodotto scalare per $\boldsymbol{E}$, $\boldsymbol{H}$ risulta l'energia elettrica, e rispettivamente l'energia magnetica, per l'unità di volume, collegati ad $\boldsymbol{E}$, $\boldsymbol{H}$ nel caso più generale da una dipendenza lineare a carattere simmetrico (tale cioè che per due diversi stati sussistano le relazioni di reciprocità $\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{D}'=\boldsymbol{E}'\times\boldsymbol{D}$, $\boldsymbol{H}\times\boldsymbol{B}'=\boldsymbol{H}'\times\boldsymbol{B}$), che rappresenterò coi simboli

$$\boldsymbol{D}=(\varepsilon)\boldsymbol{E}, \qquad \boldsymbol{B}=(\theta)\boldsymbol{H}; \tag{1}$$

e che nel caso dell'isotropia si riduce ad una semplice proporzionalità:

$$\boldsymbol{D}=\varepsilon\boldsymbol{E}, \quad \boldsymbol{B}=\theta\boldsymbol{H} \quad \text{con } \varepsilon=\frac{k}{4\pi}, \ \theta=\frac{\mu}{4\pi}, \tag{1'}$$

$\underline{k}$ e $\underline{\mu}$ significando la *costante dielettrica* e la *permeabilità* nel solito sistema di unità. — Indico poi con $\boldsymbol{s}$ uno spostamento arbitrario infinitesimo attribuito ai punti del mezzo, e con $\underline{\delta}\boldsymbol{A}$, $\underline{\underline{\delta}}\boldsymbol{A}$, per un generico campo vettoriale $\boldsymbol{A}$ che si trovi in seno al mezzo in movimento, le variazioni comprendenti l'effetto del movimento sui momenti lineari $A_l dl$ e rispettivamente sui momenti superficiali $A_n d\sigma$ (per la traslazione e il cangiamento di grandezza e di orientazione di dl, $d\sigma$ partecipanti al moto del mezzo) che, come si sa, sono rappresentate da

$$(a) \qquad \underline{\delta}\boldsymbol{A}=\delta\boldsymbol{A}+\operatorname{rot}\boldsymbol{A}\wedge\boldsymbol{s}+\operatorname{grad}(\boldsymbol{A}\times\boldsymbol{s}), \quad \underline{\underline{\delta}}\boldsymbol{A}=\delta\boldsymbol{A}+\operatorname{div}\boldsymbol{A}\cdot\boldsymbol{s}+\operatorname{rot}(\boldsymbol{A}\wedge\boldsymbol{s})$$

(*) Memorie della R. Accademia delle Scienze di Bologna, Serie VI, Tomo VI.

dove $\delta \boldsymbol{A}$ indica la variazione propria del campo, che può anche essere in tutto o in parte una variazione *forzata* dovuta a condizioni speciali imposte ad $\boldsymbol{A}$ in relazione col movimento. Così nel nostro caso si hanno per $\boldsymbol{E}, \boldsymbol{D}$; $\boldsymbol{H}, \boldsymbol{B}$ le condizioni di *trascinamento* (V. nota prec.te) le quali portano che, per ogni linea chiusa che partecipi al movimento, debbano rimanere invariati gl' integrali lineari $\int E_l dl$, $\int H_l dl$, e per ogni superficie chiusa che partecipi del pari al movimento, debbano rimanere invariati gl' integrali di superficie $\int D_n d\sigma$, $\int B_n d\sigma$; e ciò senza che vengan meno le relazioni (1) o (1'). Ma nel processo che ora indicherò tali variazioni forzate per le $\boldsymbol{E}, \boldsymbol{D}$; $\boldsymbol{H}, \boldsymbol{B}$ vengono ad essere eliminate senz' altro; onde risulta appunto la sua semplicità.

Ciò posto, cerchiamo l' espressione del lavoro delle forze ponderomotrici per l' unità di volume, in corrispondenza dello spostamento $\boldsymbol{s}$, in una qualunque parte del campo, computandolo mediante la differenza fra il lavoro elettromotore (tolta la parte che si traduce in effetto *Joule*) e la variazione dell' energia elettrica, e rispettivamente fra il lavoro magnetomotore e la variazione dell' energia magnetica.

Avremo per il lavoro elettromotore e il lavoro magnetomotore, riferiti all' unità di volume, le espressioni

$$\boldsymbol{E} \times (\underline{\underline{\delta}} \boldsymbol{D} + \delta \boldsymbol{c}), \quad \boldsymbol{H} \times \underline{\underline{\delta}} (\boldsymbol{B} + \boldsymbol{m}), \tag{2}$$

$\delta \boldsymbol{c}$ significando la corrente elementare di conduzione ed $\boldsymbol{m}$ la magnetizzazione permanente. Siccome però la parte $\boldsymbol{E} \times \delta \boldsymbol{c}$ della prima espressione rappresenta la parte del lavoro elettromotore che si converte direttamente in calore, mentre nella seconda per il significato di $\boldsymbol{m}$ deve ritenersi $\underline{\underline{\delta}} \boldsymbol{m} = 0$, così nei rispetti del nostro computo le espressioni stesse si riducono a

$$\boldsymbol{E} \times \underline{\underline{\delta}} \boldsymbol{D}, \quad \boldsymbol{H} \times \underline{\underline{\delta}} \boldsymbol{B}; \tag{2'}$$

dalle quali dovremo sottrarre le variazioni delle rispettive energie rappresentate da

$$\frac{1}{2} (\boldsymbol{E} \times \underline{\underline{\delta}} \boldsymbol{D} + \boldsymbol{D} \times \underline{\delta} \boldsymbol{E}), \quad \frac{1}{2} (\boldsymbol{H} \times \underline{\underline{\delta}} \boldsymbol{B} + \boldsymbol{B} \times \underline{\delta} \boldsymbol{H}). \tag{3}$$

Le differenze, equivalenti ai rispettivi lavori delle forze ponderomotrici, si riducono a

$$\frac{1}{2} (\boldsymbol{E} \times \underline{\underline{\delta}} \boldsymbol{D} - \boldsymbol{D} \times \underline{\delta} \boldsymbol{E}), \quad \frac{1}{2} (\boldsymbol{H} \times \underline{\underline{\delta}} \boldsymbol{B} - \boldsymbol{B} \times \underline{\delta} \boldsymbol{H}), \tag{4}$$

dove le $\delta \boldsymbol{E}$, $\underline{\underline{\delta}} \boldsymbol{D}$; $\underline{\delta} \boldsymbol{H}$, $\underline{\underline{\delta}} \boldsymbol{B}$ sono da calcolarsi secondo le (a); e, data l' identità di forma delle due espressioni, basterà fare il calcolo per la prima.

Quanto alla parte $\frac{1}{2} (\boldsymbol{E} \times \delta \boldsymbol{D} - \boldsymbol{D} \times \delta \boldsymbol{E})$ dipendente dalle variazioni proprie $\delta \boldsymbol{E}$, $\delta \boldsymbol{D}$, essa sarebbe nulla per la legge di reciprocità se il moto non alterasse i coefficienti della dipendenza lineare (1) fra $\boldsymbol{D}$ ed $\boldsymbol{E}$ (come avverrà quando si tratti di un mezzo omogeneo), onde essa si ridurrà a $\frac{1}{2} \boldsymbol{E} \times \delta_\varepsilon \boldsymbol{D}$, dove $\delta_\varepsilon \boldsymbol{D}$ indica la variazione

di $\boldsymbol{D}$ dovuta all'alterazione di coefficienti. Essa può anche scriversi $\frac{1}{2}\delta_\varepsilon(\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{D})$, e quindi tenuto conto del modo con cui si esplica l'effetto del moto sul valore dei coefficienti, sarà rappresentabile con $-\frac{1}{2}\boldsymbol{s}\times\operatorname{grad}_\varepsilon(\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{D})$ con ovvio significato del simbolo $\operatorname{grad}_\varepsilon$.

L'altra parte data da

$$\frac{1}{2}\Big\{\boldsymbol{E}\times(\operatorname{div}\boldsymbol{D}\cdot\boldsymbol{s}+\operatorname{rot}(\boldsymbol{D}\wedge\boldsymbol{s}))-\boldsymbol{D}\times(\operatorname{rot}\boldsymbol{E}\wedge\boldsymbol{s}+\operatorname{grad}(\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{s}))\Big\}$$

si trasforma eliminando $\boldsymbol{E}\times\operatorname{rot}\boldsymbol{D}\wedge\boldsymbol{s}$ e $-\boldsymbol{D}\times\operatorname{grad}(\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{s})$ mediante le relazioni

$$\boldsymbol{E}\times\operatorname{rot}(\boldsymbol{D}\wedge\boldsymbol{s})=(\boldsymbol{D}\wedge\boldsymbol{s})\times\operatorname{rot}\boldsymbol{E}-\operatorname{div}(\boldsymbol{E}\wedge(\boldsymbol{D}\wedge\boldsymbol{s})),$$
$$-\boldsymbol{D}\times\operatorname{grad}(\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{s})=(\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{s})\operatorname{div}\boldsymbol{D}-\operatorname{div}((\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{s})\boldsymbol{D})$$

e ponendo quindi per $\operatorname{div}(\boldsymbol{E}\wedge(\boldsymbol{D}\wedge\boldsymbol{s}))$ l'equivalente $\operatorname{div}((\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{s})\boldsymbol{D}-(\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{D})\boldsymbol{s})$; onde fatte le riduzioni e con l'aggiunta della prima parte suddetta si arriva all'espressione del lavoro delle forze ponderomotrici nel campo elettrico, per l'unità di volume, nella forma

$$(5)\quad (\boldsymbol{E}\operatorname{div}\boldsymbol{D}+\operatorname{rot}\boldsymbol{E}\wedge\boldsymbol{D}-\frac{1}{2}\operatorname{grad}_\varepsilon(\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{D}))\times\boldsymbol{s}-\operatorname{div}((\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{s})\boldsymbol{D}-\frac{1}{2}(\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{D})\boldsymbol{s}).$$

Di qui moltiplicando per $d\tau$ si ha il lavoro per i singoli elementi di volume $d\tau$, onde poi mediante integrazione si ottiene il lavoro per una qualunque regione τ del campo. Sostituendo alla seconda parte dell'integrale, che contiene sotto il segno $-\operatorname{div}((\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{s})\boldsymbol{D}-\frac{1}{2}(\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{D})\boldsymbol{s})$, il corrispondente integrale esteso alla superficie σ che limita la regione considerata:

$$\int_\sigma((\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{s})D_n-\frac{1}{2}(\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{D})s_n)\,d\sigma\quad\text{ovvero}\quad\int_\sigma(D_n\boldsymbol{E}-\frac{1}{2}(\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{D})\boldsymbol{n})\times\boldsymbol{s}\cdot d\sigma,$$

dove n designa la normale interna e $\boldsymbol{n}$ un vettore unitario diretto secondo la medesima, si trova per il lavoro delle forze ponderomotrici nel campo elettrico per la regione considerata l'espressione

$$(6)\qquad \int_\tau(\boldsymbol{f}\times\boldsymbol{s})\,d\tau+\int_\sigma(\boldsymbol{T}_n\times\boldsymbol{s})\,d\sigma,\ \text{dove}$$

$$\boldsymbol{f}=\boldsymbol{E}\operatorname{div}\boldsymbol{D}+\operatorname{rot}\boldsymbol{E}\wedge\boldsymbol{D}-\frac{1}{2}\operatorname{grad}_\varepsilon(\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{D}),\quad \boldsymbol{T}_n=D_n\boldsymbol{E}-\frac{1}{2}(\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{D})\boldsymbol{n}.$$

Dalla forma (6) dell'espressione del lavoro risulta che $\boldsymbol{f}$ rappresenta la forza unitaria agente sugli elementi di volume del campo, mentre $\boldsymbol{T}_n$ corrisponde ad una tensione agente sugli elementi di superficie. Le due parti dell'espressione sono correlative,

in quanto che la $\boldsymbol{f}$ si può far dipendere dallo stesso sistema di tensioni rappresentato da $\boldsymbol{T}_n$, come si può verificare direttamente e come risulta dalla seguente relazione vettoriale valevole in generale per due vettori generici $\boldsymbol{A}$, $\boldsymbol{K}$ collegati da una dipendenza lineare $\boldsymbol{K}=(\alpha)\boldsymbol{A}$ del tipo (1):

$$\int_\tau \left(\boldsymbol{A}\,\mathrm{div}\,\boldsymbol{K}+\mathrm{rot}\,\boldsymbol{A}\wedge\boldsymbol{K}-\frac{1}{2}\mathrm{grad}_\alpha(\boldsymbol{A}\times\boldsymbol{K})\right)d\tau+\int_\sigma\left(K_n\boldsymbol{A}-\frac{1}{2}(\boldsymbol{A}\times\boldsymbol{K})\,\boldsymbol{n}\right)d\sigma=0$$

di cui tralascio la dimostrazione che si fonda sopra trasformazioni note. — Si conclude pertanto:

1) Che la forza ponderomotrice unitaria agente sugli elementi di volume del campo elettrico è data dalla precedente espressione della $\boldsymbol{f}$, giusta la quale essa è costituita generalmente dalle azioni parziali seguenti: *a*) una forza $\boldsymbol{E}\,\mathrm{div}\,\boldsymbol{D}=\boldsymbol{E}\rho$ ($\mathrm{div}\,\boldsymbol{D}=\rho$) che si può ritenere applicata alle *cariche elettriche* $\rho d\tau$; *b*) una forza $\mathrm{rot}\,\boldsymbol{E}\wedge\boldsymbol{D}$ agente sulle *correnti magnetiche* rappresentate proporzionalmente da $\mathrm{rot}\,\boldsymbol{E}$ (in virtù della relazione $\mathrm{rot}\,\boldsymbol{E}=-4\pi A\underline{\underline{\frac{\partial}{\partial t}}}(\boldsymbol{B}+\boldsymbol{m})=-4\pi A\underline{\underline{\frac{\partial\boldsymbol{B}}{\partial t}}}$, dove la derivazione $\underline{\underline{\frac{\partial}{\partial t}}}$ è intesa in senso analogo alla variazione $\underline{\underline{\delta}}$, e $\underline{\underline{\frac{\partial\boldsymbol{m}}{\partial t}}}=0$ mentre $\underline{\underline{\frac{\partial\boldsymbol{B}}{\partial t}}}$ significa appunto la corrente magnetica, A denotando la costante elettromagnetica corrispondente all'inversa della velocità della luce): forza che per la sua piccolezza sfugge all'osservazione; *c*) una forza $-\frac{1}{2}\mathrm{grad}_\varepsilon(\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{D})$ che si manifesta nelle parti non omogenee del campo, e si riduce a $-\frac{1}{2}E^2\,\mathrm{grad}\,\varepsilon$ per mezzi isotropi.

2) Che la forza stessa è rappresentabile mediante il sistema di tensioni corrispondente alla data espressione di $\boldsymbol{T}_n$, dalla quale si hanno per elementi superficiali normali agli assi i valori,

$$\boldsymbol{T}_x=D_1\boldsymbol{E}-\frac{1}{2}(\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{D})\boldsymbol{i},\quad \boldsymbol{T}_y=D_2\boldsymbol{E}-\frac{1}{2}(\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{D})\boldsymbol{j},\quad \boldsymbol{T}_z=D_3\boldsymbol{E}-\frac{1}{2}(\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{D})\boldsymbol{k}$$

e quindi per le componenti di tensione, colle solite notazioni

$$X_x=\frac{1}{2}(D_1E_1-D_2E_2-D_3E_3),\quad Y_x=D_1E_2,\ Z_x=D_1E_3$$

e analogamente per X_y, Y_y, Z_y e X_z, Y_z, Z_z. Questi valori coincidono con quelli indicati dal Maxwell. Per mezzi isotropi si hanno le relazioni di simmetria $X_y=Y_z$, ecc., onde le componenti tangenziali si riducono a tre distinte, e le espressioni prendono la forma

$$X_x=\frac{\varepsilon}{2}(E_1^2-E_2^2-E_3^2),\ \text{ecc.};\quad X_y=Y_x=\varepsilon E_1E_2,\ \text{ecc.}$$

Per il campo magnetico, partendo dalla seconda delle espressioni (4), si trovano allo stesso modo, per la forza unitaria $\boldsymbol{f}$ agente sugli elementi di volume e per il

relativo sistema di tensioni T_n, espressioni perfettamente analoghe:

$$\boldsymbol{f} = \boldsymbol{H}\operatorname{div}\boldsymbol{B} + \operatorname{rot}\boldsymbol{H} \wedge \boldsymbol{B} - \frac{1}{2}\operatorname{grad}_\theta(\boldsymbol{H} \times \boldsymbol{B}), \quad \boldsymbol{T}_n = {}_{B_n}\boldsymbol{H} - \frac{1}{2}(\boldsymbol{H} \times \boldsymbol{B})\boldsymbol{n}.$$

Malgrado l'identità formale, vi sono tuttavia da notare alcune particolarità, specialmente in riguardo della 2.ª parte $\operatorname{rot}\boldsymbol{H} \wedge \boldsymbol{B}$ della $\boldsymbol{f}$, cioè della parte attinente alle *correnti elettriche* rappresentate proporzionalmente da $\operatorname{rot}\boldsymbol{H}$ in virtù della relazione

$$\operatorname{rot}\boldsymbol{H} = 4\pi A\left(\frac{\partial \boldsymbol{D}}{\partial t} + \boldsymbol{c}\right),$$

dove $\frac{\partial \boldsymbol{D}}{\partial t} + \boldsymbol{c}$ significa appunto la corrente elettrica, che chiameremo $\boldsymbol{u}$, intesa nel senso più largo. Essa comprende la *corrente di spostamento*, la *corrente convettiva* e la così detta *corrente del* Röntgen, conglobate nel termine $\frac{\partial \boldsymbol{D}}{\partial t}$, ed inoltre la corrente di conduzione $\boldsymbol{c}$; ed è in grazia di quest'ultima che la seconda parte della $\boldsymbol{f}$ ha qui un'importanza effettiva che manca alla corrispondente $\operatorname{rot}\boldsymbol{E} \wedge \boldsymbol{D}$ del campo elettrico. Il suo valore $4\pi A\boldsymbol{u} \wedge \boldsymbol{B}$ dipende solo da $\boldsymbol{u}$ e da $\boldsymbol{B}$, ed è questa la forza unitaria esercitata dal campo sugli elementi di volume per il fatto che essi portano la $\boldsymbol{u}$; ma, qualora esista una magnetizzazione permanente $\boldsymbol{m}$ e per elementi di volume che siano sedi al tempo stesso di $\boldsymbol{u}$ e di $\boldsymbol{m}$, non è la forza esercitata sopra la corrente $\boldsymbol{u}$, la quale si deve invece intendere rappresentata da $4\pi A\boldsymbol{u} \wedge (\boldsymbol{B} + \boldsymbol{m})$ e comprende una parte $4\pi A\boldsymbol{u} \wedge \boldsymbol{m}$ che viene poi compensata da un'azione opposta esercitata da $\boldsymbol{u}$ sopra $\boldsymbol{m}$ e quindi non comparisce quando si considera l'azione risultante sugli elementi di volume.

Se infatti si ricercano con gli stessi criterî le azioni ponderomotrici mutue fra due diversi campi magnetici $(\boldsymbol{H}', \boldsymbol{B}', \boldsymbol{m}')$ e $(\boldsymbol{H}'', \boldsymbol{B}'', \boldsymbol{m}'')$ considerando per es. l'azione esercitata dal secondo campo sugli elementi di volume del primo, si arriva ad un'espressione dove al posto del termine predetto $4\pi A\boldsymbol{u} \wedge \boldsymbol{B}$ si ha il complesso

$$4\pi A\boldsymbol{u}' \wedge (\boldsymbol{B}'' + \boldsymbol{m}'') + 4\pi A\boldsymbol{m}' \wedge \boldsymbol{u}''$$

che mentre si riduce ancora a $4\pi A\boldsymbol{u} \wedge \boldsymbol{B}$ supponendo i due campi coincidenti, dimostra che l'azione del secondo campo sulla corrente $\boldsymbol{u}'$ si deve intendere rappresentata da $4\pi A\boldsymbol{u}' \wedge (\boldsymbol{B}'' + \boldsymbol{m}'')$ e risolubile in due parti $4\pi A\boldsymbol{u}' \wedge \boldsymbol{B}''$ e $4\pi A\boldsymbol{u}' \wedge \boldsymbol{m}''$, la seconda delle quali è da riferirsi ad un'azione propria esplicata da $\boldsymbol{m}''$ sopra $\boldsymbol{u}'$, azione cui fa riscontro quella in senso opposto di $\boldsymbol{u}''$ sopra $\boldsymbol{m}'$ rappresentata dal secondo termine $4\pi A\boldsymbol{m}' \wedge \boldsymbol{u}'' = -4\pi A\boldsymbol{u}'' \wedge \boldsymbol{m}'$.

In conclusione: l'azione di un campo magnetico sopra una corrente elettrica $\boldsymbol{u}$ deve intendersi determinata non propriamente dal $\boldsymbol{B}$ relativo al campo ma dal complesso solenoidale $\boldsymbol{B} + \boldsymbol{m}$, e rappresentata da $4\pi A\boldsymbol{u} \wedge (\boldsymbol{B} + \boldsymbol{m})$; e ciò per l'esistenza di un'azione speciale reciproca fra $\boldsymbol{u}$ ed $\boldsymbol{m}$ il cui effetto scompare quando si considera l'azione risultante sugli elementi di volume, la quale resta determinata soltanto da $\boldsymbol{B}$.

Un'altra particolarità del campo magnetico si ha nell'esistenza di un *ergale* per le forze ponderomotrici, cioè di una funzione la cui variazione negativa per effetto di un qualunque movimento rappresenta il lavoro ad esso corrispondente. Se infatti si pone

$$Q = \int \boldsymbol{H} \times (\boldsymbol{B} + \boldsymbol{m})\, d\tau\,,$$

dove l'integrale s'intende esteso a tutto il campo, e si nota che la variazione di Q per effetto del movimento si riduce al termine

$$\int \boldsymbol{H} \times \underline{\underline{\delta}} (\boldsymbol{B} + \boldsymbol{m})\, d\tau$$

(perchè l'altro termine $\int (\boldsymbol{B} + \boldsymbol{m})\, \underline{\underline{\delta}}\, \boldsymbol{H}\, d\tau$, in virtù del *carattere solenoidale* di $\boldsymbol{B} + \boldsymbol{m}$ e della *condizione* che $\int H_l dl$ debba *rimanere invariato per qualunque linea chiusa* che partecipi al movimento, si annulla), e viene quindi a rappresentare precisamente il lavoro magnetomotore, si ha per quanto sopra che il lavoro delle forze ponderomotrici sarà dato dalla variazione presa negativamente della differenza $P - Q$, denotando con P l'energia del campo:

$$P = \frac{1}{2} \int \boldsymbol{H} \times \boldsymbol{B}\, d\tau\,.$$

Per un campo magnetostatico, essendo $Q = 0$, l'ergale viene a coincidere con l'energia P, mentre invece nel caso di un campo puranente *ampèriano* ($\boldsymbol{m} = 0$), avendosi $Q = 2P$, l'ergale si riduce a $-P$, ritrovandosi così delle proprietà ben note sotto forma di casi particolari.

Terminerò facendo rilevare la relazione fra la somma dei due lavori, elettromotore e magnetomotore, dati dalle espressioni (2), e il vettore del Poynting che indicherò con $\boldsymbol{R}$ rappresentato da

$$\boldsymbol{R} = \frac{1}{4\pi A} (\boldsymbol{E} \wedge \boldsymbol{H})\,.$$

Avuto riguardo alle equazioni

$$\operatorname{rot} \boldsymbol{H} = 4\pi A \left(\frac{\partial \boldsymbol{D}}{\partial t} + \boldsymbol{c} \right), \quad \operatorname{rot} \boldsymbol{E} = -4\pi A \frac{\partial}{\partial t} (\boldsymbol{B} + \boldsymbol{m}),$$

possiamo al posto delle espressioni $\underline{\underline{\delta}}\, \boldsymbol{D} + \delta \boldsymbol{c}$ e $\underline{\underline{\delta}} (\boldsymbol{B} + \boldsymbol{m})$ sostituire rispettivamente $\frac{dt}{4\pi A} \operatorname{rot} \boldsymbol{H}$ e $-\frac{dt}{4\pi A} \operatorname{rot} \boldsymbol{E}$; con che la somma in discorso si riduce a

$$\frac{dt}{4\pi A} (\boldsymbol{E} \times \operatorname{rot} \boldsymbol{H} - \boldsymbol{H} \times \operatorname{rot} \boldsymbol{E}),$$

ossia a

$$-\operatorname{div} \boldsymbol{R} \cdot dt :$$

di guisa che il suo valore, riferito all' unità di tempo, corrisponde alla divergenza del predetto vettore presa negativamente. Ciò è in piena armonia col significato attribuito ad $\boldsymbol{R}$ (secondo cui $-\operatorname{div} \boldsymbol{R}$ rappresenta l' afflusso di energia, riferito all' unità di volume e di tempo, nelle diverse parti del campo) e con quello di contributo energetico esterno con cui i lavori elettromotore e magnetomotore intervengono nel nostro calcolo delle azioni ponderomotrici ; e può servire di vicendevole illustrazione per l' uno e per l'altro. Al qual proposito osservo che siccome per l' intero spazio la somma dei detti lavori risulta nulla, essendo in tal caso

$$-\int \operatorname{div} \boldsymbol{R}\, d\tau = \int R_n d\sigma = 0$$

per l' annullarsi di $\boldsymbol{R}$ all' infinito, la stessa somma per le singole parti dello spazio si traduce effettivamente in una differenza, intendendo che nell' interno di una data regione τ la stessa quantità che figura come *conferita* ad uno dei due campi figuri come *sottratta* all' altro, in forma di ricambio energetico, pareggiandosi la differenza con ciò che entra od esce come flusso energetico attraverso la superficie σ che limita la regione :

$$-\int_{\tau} \operatorname{div} \boldsymbol{R}\, d\tau = \int_{\sigma} R_n d\sigma ;$$

mentre per l' intero spazio si arriva al pareggio generale.

CONTRIBUTO CLINICO E SPERIMENTALE ALLE FRATTURE DELL' OSSO PENIANO DEL CANE

MEMORIA

DEL

Prof. ANGELO BALDONI

(letta nella Sessione del 21 Aprile 1912).

(CON UNA FIGURA NEL TESTO)

Delle fratture dell'osso del pene del cane abbiamo scarsissime ed incomplete osservazioni cliniche, le quali lasciano molti dubbi sul meccanismo di formazione di tali lesioni. Avendo avuto l'opportunità di osservare un caso clinico, la cui patogenesi, secondo i dati anamnestici, non ci sembrava chiara, abbiamo fatto delle ricerche sperimentali su tali fratture ed abbiamo ottenuto dei risultati che non ci sembrano privi di interesse anche sotto il rapporto delle lesioni che possono associarsi alle fratture stesse.

*
* *

La prima osservazione di frattura dell'osso peniano del cane fu fatta da Röttger (1).

Il cane mentre copriva una cagna, fu assalito da altri cani. Si distaccò subito dalla femmina e manifestò grande sofferenza con lamenti, e ritenzione di urina, la quale sotto forti premiti espulsivi usciva a goccia a goccia, mista a sangue. In seguito ad una conveniente cura interna dopo 14 giorni il cane si poteva dire completamente guarito. Però la guarigione fu soltanto apparente perchè l'animale, non ostante conservasse buon appetito e fosse sufficientemente alimentato, diventava sempre più magro e mesto e perdeva spontaneamente l'urina, non più mista però a sangue. Le condizioni generali peggiorarono sempre quando, nove mesi circa dall'accidente, Röttger, che per la prima volta esaminò l'animale, notò un'abbondante raccolta di liquido nell'addome, dolore accentuato alla palpazione delle pareti addominali, i cui muscoli erano in contrazione spasmodica, e uscita spontanea dell'urina. Fatto abbattere il cane, perchè giudicato inguaribile, all'autopsia trovò due lacerazioni a tutta sostanza nel fondo ed una in vicinanza del collo della

(1) Röttger. Dreifache Zerreissung der Harnblase und Ergiessung des Urins in die Bauchhöhle bei einem Hunde in Folge eines Bruches des Ruthenknochens (Os penis). Magazin für die gesammte Thierheilkunde 1845 p. 321.

vescica con versamento di urina nel cavo addominale e con peritonite, ingrossamento del glande verso la metà della sua lunghezza dove l'organo aveva una circonferenza quasi doppia del normale, frattura dell'osso del pene in corrispondenza dell'ingrossamento del glande, guarita incompletamente, cioè con pseudoartrosi. Röttger non rilevò le condizioni dell'uretra, ma naturalmente le lacerazioni della vescica fanno pensare all'esistenza della stenosi consecutiva alla frattura ed alla lacerazione dell'uretra.

Nella descrizione dei preparati del museo anatomico della Scuola Veterinaria di Berlino, Gurlt (1) si occupò anche di un osso di pene di cane con una piccola frattura trasversale della doccia e ritenne che tale lesione fosse stata causata durante una precedente uretrotomia. Nella porzione d'uretra corrispondente alla frattura si erano di nuovo accumulati dei piccoli calcoli ed il cane era morto per la rottura della vescica.

Hertwig (2) trattando delle fratture del pene degli animali disse di aver visto anche un caso di vera frattura dell'osso peniano del cane, ma non dette alcun particolare.

In epoca più recente Ben Danou (3) osservò un cane che da 48 ore non poteva urinare e che con ripetuti ed intensi sforzi non emetteva dall'uretra che poche goccie di sangue. Il cane il giorno precedente era uscito da casa e vi era tornato col pene tumefatto. All'esame clinico si notava: prepuzio sano, glande fortemente tumefatto e violaceo, con una nodosità enorme nella porzione media, uscita di qualche goccia di sierosità sanguinolenta dal meato urinario, vescica piena e molto distesa. Il catetere non oltrepassava il punto corrispondente alla tumefazione riscontrata alla regione media del glande. Non ostante le irrigazioni fredde e le applicazioni di pomata al tannino al glande e la punzione ed il vuotamento della vescica, il cane dopo tre giorni morì. All'autopsia si trovò peritonite, con raccolta di grande quantità di liquido rossastro nel cavo addominale. La vescica era distesa dall'urina e fortemente congestionata alla superficie peritoneale. Il pene distaccato e sezionato secondo la sua lunghezza, presentava nella parte media una nodosità costituita da tessuto contuso e da coaguli sanguigni; l'osso peniano a questo livello mostrava una frattura completa con i monconi accavallati; il canale dell'uretra era pieno di coaguli sanguigni. Ben Danou ritenne che le lesioni del pene fossero dovute alla separazione violenta del cane dalla femmina, che aveva probabilmente coperto, allorchè era ritornato alla stazione quadrupedale rimanendo accoppiato.

Bassi (4) in un cane da caccia che presentava difficoltà nella minzione ed emetteva urina a goccia a goccia in parte dall'estremità dell'uretra, in parte da due tragitti fistolosi esistenti al di sotto della fossa ischiatica, uno da ciascun lato dell'uretra, col cateterismo notò che il canale uretrale era quasi completamente obliterato verso l'estremità

---

(1) Gurlt. Zweite Fortsetzung des Katalogs des zootomischen Museums des Königlichen Thierarzneischule zu Berlin. Ruthenknochen mit einer kleinen Knochenbrucke quer über die Rinne, vom Hunde. Magazin 1851 p. 433.

(2) Hertwig. Praktisches Handbuch der Chirurgie für Thierärzte. Berlin 1874 p. 303.

(3) Ben Danou. Fracture complète de l'os pénien chez un chien. Revue Vétérinaire 1898 p. 402.

(4) Bassi. Fixation permanente d'un tube métallique dans l'urèthre d'un chien, à fin d'empecher le rétrécissement urèthral après l'urèthrotomie. Rev. Gen. de Med. Vèt. 1908, V. 12, pag. 271.

posteriore da un ostacolo duro e resistente contro il quale urtava il catetere e che a priori suppose fosse un calcolo. Praticata l'uretrotomia a livello dell'estremità posteriore dell'osso peniano, dove supponeva la presenza del calcolo, trovò invece che l'ostacolo era costituito da una deformità del canale dell'osso peniano, consecutiva a frattura e dislocazione del margine sinistro della doccia verso la parte interna del canale, ed alla consolidazione consecutiva. La frattura di questo osso era avvenuta in modo diverso dai casi ordinari. La presenza di un pallino di piombo in uno dei tragitti situati al di sotto della fossa ischiatica e di altri pallini sotto la pelle della faccia interna della coscia sinistra fece ammettere che la lesione dell'osso del pene fosse dovuta, come le altre lesioni, ad una fucilata Tutti i disturbi scomparvero in seguito ad una seconda uretrotomia al di sotto della fossa ischiatica, fra le aperture dei due tragitti fistolosi, ed all'applicazione di uno speciale tubo metallico.

La nostra osservazione riguarda un cane bracco, pezzato, di anni otto, appartenente alla signora Letizia Azzalli di Lavezzola (Ravenna), il quale entrò in clinica il 13 gennaio 1908 con la seguente anamnesi. Otto giorni prima il cane, montando con ardore una cagna, urtò con violenza con la punta del pene contro le natiche della femmina. Desistette subito dal tentativo di accoppiamento leccandosi la punta del prepuzio, da cui usciva qualche goccia di sangue.

All'esame esterno dell'animale non si notava nulla di anormale. Nello sfoderare il glande, il cane accusava molto dolore. Il glande verso la metà della sua lunghezza era tumefatto, arrossato, caldo e dolente; al lato destro di questa tumefazione si notava sul rivestimento del glande una soluzione di continuo superficiale, di forma ovale irregolare, facilmente sanguinante. Alla porzione anteriore del glande, a partire dalla indicata lacerazione della mucosa, si potevano imprimere dei movimenti, durante i quali si produceva un leggero rumore di sfregamento.

Facile era la diagnosi di frattura completa, trasversale, dell'osso peniano. I monconi non erano allo scoperto perchè la soluzione di continuo già notata al lato destro interessava soltanto la mucosa. Il cateterismo fece escludere stenosi dell'uretra, la quale era già stata esclusa in precedenza perchè la vescica era quasi vuota e la minzione avveniva con getto normale. Il sangue comparso a primo tempo all'apertura prepuziale, proveniva dalla lacerazione del rivestimento del glande.

La cura consistette in irrigazioni nel cavo prepuziale con una soluzione antisettica ripetute una volta al giorno. Il 26 gennaio il cane lasciò la clinica. La soluzione di continuo della mucosa del glande era cicatrizzata e la frattura era in via di consolidazione.

Il cane in seguito non ebbe a domicilio nessuna cura e godette sempre ottima salute. Dopo due anni fu investito da un treno e morì sul colpo. Non ci fu possibile avere il cadavere perchè sapemmo troppo tardi dell'accidente.

Dalla succinta descrizione dei casi sopra indicati, i soli che sono a nostra conoscenza, risulta che sul modo con cui si era prodotta la frattura sono state fatte delle semplici congetture, escluso il caso osservato dal Bassi che si discosta completamente dagli altri. E tali congetture hanno un fondo di verità molto relativo perchè se il rimanere gli ani-

mali accoppiati dopo il coito, le trazioni che in questo momento essi possono fare, l'urto del pene contro le natiche, dovessero da soli rappresentare le cause delle fratture dell'osso del pene, queste lesioni dovrebbero essere comunissime.

***

Per le nostre esperienze abbiamo adoperato dieci cani dell'età varia da 1 a 5 anni. Abbiamo ucciso gli animali in ordine di tempo progressivo rispetto alla data della frattura con intervallo di 5 in 5 giorni. Di alcuni ci siamo serviti per rilevare le lesioni macroscopiche, di altri quelle microscopiche. In questi ultimi abbiamo presa la porzione di glande corrispondente alla frattura e dopo la fissazione, la decalcificazione e conveniente preparazione, abbiamo praticate delle sezioni in senso longitudinale in modo da poter avere nelle sezioni anche l'uretra per tutto il tratto corrispondente alla frattura.

Per produrre la frattura, nell'animale coricato in posizione dorsale e con gli arti posteriori divaricati e distesi in dietro, abbiamo sfoderato il pene che abbiamo afferrato con ambo le mani, una applicata all'estremità anteriore, l'altra a quella posteriore dell'osso peniano. Con forte pressione abbiamo incurvato l'organo fino ad ottenere la rottura dell'osso, che è accompagnata da un crac speciale. Per essere sicuri che la divisione dell'osso fosse completa e per produrre lesioni più gravi possibili, abbiamo prodotta la piegatura del pene in senso opposto e quindi abbiamo impressi movimenti laterali e circolari al moncone periferico. In tutti i cani è stata necessaria una forza grandissima.

In molti soggetti si otteneva la disposizione ad arco di cerchio, ma non la frattura per la quale bisognava quasi congiungere la punta del glande col bulbo peniano, il che richiedeva una forza molto grande. In un cane da pastore dell'età circa di 3 anni i tentativi fatti da me, dall'assistente e da un inserviente robustissimo, e ripetuti in più epoche furono senza risultato. Ottenemmo l'incurvamento dell'osso, ma non fummo capaci di produrre neppure una frattura parziale, il che restò confermato dopo alcuni giorni dall'ultimo tentativo, anche all'autopsia, in cui trovammo contusioni dei corpi cavernosi del pene, ma l'osso integro, il quale però invece di essere diritto come nelle condizioni normali era molto incurvato (Fig. A).

Le nostre osservazioni ci hanno quindi dimostrato che l'osso peniano, il quale, indubbiamente di genesi connettivale, è flessibile, e che per produrne la frattura occorre una forza molto rilevante, in alcuni casi superiore a quella che un uomo può sviluppare con le mani applicate sopra un corpo qual'è il glande di un cane. La forza impiegata veniva in parte attutita dalla interposizione di uno strato soffice rappresentato dal rivestimento del glande e dai corpi cavernosi del pene, ma questo strato soffice, influisce anche nei casi in cui si produce la frattura accidentalmente, nei quali anzi lo stato di erezione dei corpi cavernosi del pene può rendere necessaria una forza ancora maggiore per produrre la frattura.

Da tuttociò risulta che le fratture dell'osso peniano non possono assolutamente avvenire per le circostanze comunemente indicate quando l'osso è del tutto normale.

Perchè la frattura avvenga è necessario che l'osso sia diventato più friabile per modificazioni senili o per processi patologici. In questa condizione la discontinuità dell'osso può prodursi anche per l'urto della punta del glande contro le natiche, per quanto ciò sembri molto difficile perchè il glande urta obliquamente le natiche e non perpendicolar-

Ossa peniane di cane — *A.* Osso semplicemente incurvato. *B, C, D.* Ossa fratturate.

mente essendo il cane in posizione bipedale e perché la forza agente dall'avanti all'indietro nella direzione dell'asse maggiore dell'osso resta smorzata in parte dal prolungamento cartilagineo dell'estremità anteriore dell'osso stesso, in parte dai corpi cavernosi a cui aderisce la base dell'osso. Lo stesso dicasi per l'urto contro il bacino della femmina. Ma le fratture dell'osso più friabile del normale avvengono specialmente per i movimenti rapidi, laterali, che spesso fanno le femmine col treno posteriore nel momento in cui il pene viene introdotto in vagina, e per il rimanere il cane attaccato alla cagna. Nel primo caso il glande subisce una pressione laterale e può formare un gomito; nel secondo caso, quando il cane riprende la posizione quadrupedale e fa trazioni in senso opposto a quelle

della femmina, con la quale trovasi groppa a groppa, l'osso del pene subisce anche un movimento di torsione essendo il glande fissato alla parete della vagina.

Le fratture ottenute sperimentalmente sono avvenute verso la metà o al terzo anteriore dell'osso (Fig B e C), il che si spiega facilmente tenendo presente che la forza maggiore è stata esercitata verso la metà. In un cane, abbattuto dopo 15 di dalla frattura, l'osso era rimasto incurvato verso la metà della sua lunghezza e nel mezzo della curvatura presentava la frattura completa, trasversale, in via di consolidazione (Fig. D). Anche nelle fratture accidentali la lesione deve avvenire principalmente nella metà anteriore, perchè in quella posteriore l'osso è più grosso e quindi è più resistente.

In un caso soltanto la frattura è stata parziale e interessava un labbro della doccia, in tutti gli altri casi è stata completa, trasvasale. In alcuni casi la linea di frattura era netta, più spesso però irregolare: talvolta dalla linea di frattura si dipartivano altre linee che si estendevano anche per mezzo centimetro nella direzione longitudinale dell'osso. In un cane abbiamo avuto la frattura completa doppia, cioè una frattura era fra il terzo medio ed il terzo anteriore, l'altra verso la metà dell'osso.

In tutti i soggetti, ottenuta la frattura, abbiamo cercato di provocare uno spostamento dei monconi ossei per avere lesioni molto più gravi, ma tale spostamento è stato possibile entro limiti molto ristretti e non abbiamo mai potuto ottenere una grave lesione dell'uretra, al punto da avere uscita di sangue dal meato uretrale. Abbiamo osservato soltanto ecchimosi sul rivestimento del glande nei punti in cui maggiormente aveva agito la forza ed una leggera tumefazione in corrispondenza del punto fratturato. Però tutti i cani hanno urinato bene, come allo stato normale, tanto nel giorno della frattura, quanto nei giorni successivi. Alcuni sono stati tenuti in osservazione per un mese, cioè fino a guarigione completa e durante questo tempo non hanno mai mostrato difficoltà nella minzione, nè altro disturbo apprezzabile.

La mancanza di lesioni uretrali nei soggetti da noi adoperati, non ostante movimenti estesi impressi al moncone periferico e diretti in tutti sensi, lesioni che invece sono abbastanza frequenti nelle fratture avvenute durante il coito, è in rapporto allo stato di flaccidezza del pene nel momento in cui abbiamo prodotta la frattura. E' naturale che le lesioni uretrali siano più facili quando la frattura avviene durante il coito, perchè appunto i corpi cavernosi dell'uretra e l'uretra stessa sono più facilmente lacerabili. Per questa considerazione e per il fatto che il cane introduce il pene nella vagina prima che i corpi cavernosi siano turgidi, si deve concludere che le lesioni uretrali si producano più facilmente nei casi in cui la frattura avviene durante il coito, che in quelli in cui l'osso si frattura a principio dell'accoppiamento.

Le osservazioni necroscopiche e l'esame delle sezioni microscopiche ci hanno confermato le deduzioni basate su dati clinici. Alla sezione di glandi con frattura di pochi giorni abbiamo notato, oltre alle ecchimosi sul rivestimento del glande già rilevate, una infiltrazione emorragica dei corpi cavernosi del pene e dell'uretra più o meno estesa al dintorno della frattura, ma l'uretra era sana e presentava soltanto leggera iperemia per un tratto più o meno lungo nella porzione corrispondente all'osso peniano. Nelle fratture di data

meno recente, il callo aveva proporzioni insignificanti ed a livello di esso l'uretra non mostrava alcun restringimento.

Nelle sezioni microscopiche di glandi con fratture recenti abbiamo notato lieve spostamento dei monconi e talora la presenza di qualche scheggia spostata, ma anche in tali condizioni il versamento emorragico, che circondava la frattura, non arrivava all'uretra. Questa conservava le pareti intatte e soltanto il suo lume appariva leggermente ridotto nel tratto corrispondente alla frattura. Nelle sezioni di glandi con frattura di data più antica abbiamo trovato il callo di piccole dimensioni, il quale soltanto in un caso produceva uno spostamento dell'uretra verso l'esterno della doccia dell'osso, per cui l'uretra a livello della frattura presentava una leggera curvatura ed il suo lume era leggermente ridotto.

Per la mancanza di estese lacerazioni dei corpi cavernosi del pene e dell'uretra e di lacerazioni dell'uretra è stata possibile la guarigione completa senza complicanze e senza nessuna cura. La consolidazione è avvenuta in 20-30 giorni.

IL CALCIO E IL MAGNESIO DEL CERVELLO NELLE DIVERSE ETÀ

OSSERVAZIONI ED ESPERIENZE

DELL'ACCADEMICO BENEDETTINO

Prof. IVO NOVI

ORDINARIO DI MATERIA MEDICA NELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

(Memoria letta nella Sessione del 10 Marzo 1912).

In due Memorie sperimentali 1) ho dimostrato che il Calcio può essere sottratto alla sostanza nervosa cerebrale da introduzioni di Cloruro sodico per qualunque via ed in qualunque concentrazione fino ad un minimo di 0,75 %, ma che ciò non avviene per introduzioni endoperitoneali di soluzioni fisiologiche.

Questa sottrazione, che può sorpassare il 50 % della calce cerebrale, non fu però accompagnata nelle mie esperienze da disturbi di sorta, quando le soluzioni contenevano meno del 5 % di cloruro sodico. Cotesto fatto contraddice quindi all'opinione che i sali di Calcio entrando o uscendo dal tessuto nervoso ne facciano variare lo stato di eccitabilità, ma tende piuttosto a far ammettere che una funzione simile sia esercitata solamente da una parte della calce contenuta nel sistema nervoso e fissata probabilmente come taluno ha già affermato a nucleo-proteidi.

In quelle due pubblicazioni ho riassunto le osservazioni più recenti sulla importanza della calce nell'organismo sia per sè, sia in antagonismo con la soda o con la potassa.

Ho insistito ancora sulla importanza delle diete declorurate e di quelle abbondanti per cloruri, come corollario terapeutico delle osservazioni da me fatte, nel senso che le diete declorurate debbano essere indicate nella osteomalacia, nel rachitismo, nella tubercolosi, le clorurate nell'arteriosclerosi, nelle ipertensioni arteriose.

Nell'eseguire le mie ricerche sperimentali ho voluto avere un materiale sufficiente di confronto, epperò ho portato diversi dati di osservazione propria da cui ho conchiuso quali sieno i limiti normali della composizione del cervello per riguardo alla Calce e alla magnesia.

Evidentemente dovevo farmi la questione della influenza dell'età sul contenuto della Calce, perchè molto disparate erano le opinioni in proposito ed è appunto questo il problema che ho risoluto collo studio presente, nel quale ho avuto anche in animo di richiamare le nuove osservazioni che possono aver attribuito all'età quello che era invece dovuto a condizioni diverse sperimentali e patologiche.

Rapporti fra contenuto di Calce e presenza di cationi o anioni diversi.

Nel mio lavoro pubblicato nel 1910 avevo già ricordato una Memoria del Locke che dimostrava gli effetti della immersione di muscoli o nervi in soluzioni di Na Cl fisiologiche in relazione con la perdita o conservazione della eccitabilità; questa si ristabiliva per l'aggiunta di Cloruro di Calcio nella soluzione. Io citai allora la memoria in due parole credo quì che sia opportuno di richiamarne le conclusioni perchè coteste ricerche sono state ripetute molto più tardi e con disposizioni sperimentali più fisiologiche ed hanno anche dato occasione ad una discussione importante.

Nella sua prima Memoria 2) da esperienze eseguite immergendo un sartorio di rana temporaria in 100 cc di una soluzione 0,6 % di NaCl il Locke ha concluso:

1° L'eccitamento con corrente indotta dà una scossa semplice quando si porti sul nervo appena il preparato è tolto dalla soluzione.

2° Dopo alcuni secondi di immersione comincia una irrequietezza caratteristica del muscolo.

3° Dopo 5′ a 10′ la solita eccitazione dà una forte e prolungata contrazione irregolarmente protratta.

4° Dopo 15′ a 20′ l'eccitabilità indiretta del muscolo scompare per gli stimoli istantanei, ma stimolando con eccitamenti faradici ripetuti e prodotti dalla medesima corrente si ha tetano ininterrotto.

5° Dopo 1 o 2 ore l'eccitabilità indiretta sparisce del tutto, essa era già diminuita durante il periodo dell'irrequietezza del muscolo, ma questo può contrarsi spontaneamente, ed è direttamente eccitabile.

6° Se allora si aggiunge Cloruro di Calcio in ragione del 0,02% si vede che dopo 3′ a 5′ l'eccitabilità indiretta è ritornata, ma immergendo di nuovo il preparato neuromuscolare in soluzione di Na Cl la eccitabilità indiretta sparisce ancora per ricomparire 3′ a 5′ dopo aggiunta della solita dose di $Ca\,Cl_2$.

Il sartorio di rana conserva la sua eccitabilità diretta anche dopo 15 a 20 ore di immersione in 100 cc di soluzione Cloro-sodica e se è immerso solamente il nervo, la eccitabilità muscolare diretta perdura anche dopo 25 ore di immersione.

L'eccitabilità ripristinata dal $Ca\,Cl_2$ può anche essere ricondotta dal Cloruro di stronzio, ma non già da quello di Bario o di potassio o dal solfato di magnesio.

Questi risultati spiegavano benissimo il perchè si potessero eseguire e si sieno eseguite anche nel mio laboratorio, esperienze su muscoli immersi in soluzioni fisiologiche, purchè l'eccitamento fosse direttamente applicato, ma non facevano pensare affatto che l'azione deprimente del cloruro sodico consistesse in una asportazione di Calce, perchè essa spariva non solo per aggiunta di cloruro calcico, ma anche per quello di stronziana.

Evidentemente nè il Bario, né il potassio che hanno di per sè una forte azione deprimente, nè il solfato di magnesio che esercita un'influenza anche più grave e non per

anco chiarita, come meriterebbe, potevano riprodurre i fenomeni determinati dalla calce e dalla stronziana.

Più tardi e precisamente nel 1896 lo stesso Locke 3) suggeriva che per rendere i liquidi o i cosidetti sieri artificiali meno dannosi che sia possibile per i tessuti occorreva aggiungere nei mammiferi alle soluzioni del 9 a 10 ‰ di cloruro sodico il 0,01 % di cloruro potassico e 0,02 % di cloruro di Calcio.

Molto tempo dopo queste importanti designazioni, che tuttavia non dicevano affatto la loro ragione d'essere e non esprimevano nè un modo di agire del Cloruro sodico, nè una influenza della potassa e della calce, il Lazarus-Barlow 4) dimostrava molto elegantemente che le soluzioni cloro-sodiche contenenti da 0,9 a 0,95 di Na Cl % e considerate dall'Hamburger come fisiologiche in quanto possiedono lo stesso punto di congelazione del siero di sangue, non possono di fatto ritenersi tali. Nelle esperienze istituite dal Lazarus-Barlow mediante immersione di un tubetto osmometrico nel siero di sangue, egli ha trovato che, una soluzione che possa considerarsi come isotonica, cioè che non faccia scambi col siero circostante uscendo dal tubetto, deve contenere nientemeno che 1,6 % di Na Cl.

Il che dimostra a mio parere che se il punto di congelazione non è criterio sufficiente per il giudizio del valore isotonico di una soluzione, non è tale neppure la pressione osmotica, dati cotesti che contribuiscono tutti a risultati parziali, ma non formano da soli quel fenomeno biologico complessissimo che è l'isotonia e che varia da tessuto a tessuto.

Le osservazioni eseguite dal Locke furono confermate con un metodo più sicuro e possiamo dire più fisiologico del Cushing 5), molto tempo più tardi, ma neppure in cotesta maniera si è determinato il rispettivo rapporto fra l'azione della soda e quella della Calce o almeno si è determinato il meccanismo col quale la depressione prodotta dall'una base è sospesa per l'azione dell'altra, la calce, che pure di per sè può determinare scomparsa dell'eccitabilità.

Il Cushing invece di immergere il preparato nerveo muscolare in soluzioni saline, ha fatto circolare queste nel preparato medesimo iniettandole secondo il metodo adottato nell'Istituto del Kronecker, nell'aorta addominale della rana ed ha poi saggiato la eccitabilità indiretta dei muscoli della zampa. Egli ha trovato che il danno che si produce, cioè la diminuzione della eccitabilità indiretta è tanto maggiore, quanto più forte è la concentrazione delle soluzioni e che più danneggiato è il nervo, che non il muscolo, poichè l'eccitabilità diretta di questo può essere conservata allorchè la stimolazione del nervo non produce più contrazioni di sorta.

L'aggiunta di sali di Calce alle soluzioni cloro-sodiche, diminuisce la tossicità di queste, ma se l'aggiunta è eccessiva si produce una contrazione tonica simile in tutto alla rigidità cadaverica.

Evidentemente cotesti risultati ottenuti con un metodo che si avvicina assai più che non sia quello del Locke alle condizioni fisiologiche, vitali, collimano coi risultati del Locke medesimo, il quale 6) avrebbe dovuto non dolersi, ma lodarsi molto di essi e riconoscere la bontà del metodo, pur avendo tutto il diritto che nessuno gli nega, alla priorità

dell'osservazione interessantissima. La quale ha richiamata ancora l'attenzione di altri sperimentatori, Joseph e Meltzer 7), che ritornando sopra queste ricerche col metodo usato dal Cushing hanno aggiunto qualche parola forse ai fatti precedentemente notati, ma nulla hanno detto in relazione alla interpretazione dei medesimi.

Questi due autori hanno eseguito le perfusioni nei gastrocnemi dalle iliache o dalla aorta addominale valendosi di sol. $\frac{m}{10}$ di Na Cl, corrispondente presso a poco alla soluzione usata dal Locke (0,6 %) per la immersione del muscolo.

Tali perfusioni aboliscono l'eccitabilità delle terminazioni motrici in meno di un'ora e talvolta anche entro 10'. Temperature elevate accelerano coteste azioni che senz'altro Joseph e Meltzer chiamano curarica, sebbene non possa affermarsi, se propriamente le terminazioni motrici o le vie nervose che vi conducono sieno depresse.

L'eccitabilità diretta è pur influenzata in tali condizioni, ma molto meno dell'indiretta.

Perfusioni con sol. $\frac{m}{10}$ di $CaCl_2$ cioè di gran lunga più concentrate di quelle usate dal Locke (questi, indicava il 0,02 %, mentre la sol. $\frac{m}{10}$ di $Ca\,Cl_2$ rappresenta l' 11 % !!) aboliscono l'eccitabilità muscolare indiretta molto più rapidamente anche indipendentemente dalla temperatura.

L'eccitabilità diretta non è abolita così rapidamente.

L'immersione del nervo motore in soluzione $\frac{m}{10}$ di $Ca\,Cl_2$ abolisce in 2 o 3 ore la conducibilità. L'azione ristoratrice veduta già dal Locke fu notata da Joseph e Meltzer, in quanto le perfusioni successive di sol. $\frac{m}{10}$ Na Cl fanno ritornare l'eccitabilità del muscolo, delle terminazioni nervose e dei tronchi nervosi.

La interpretazione che io ho dato nelle mie pubblicazioni sulla influenza decalcificante del cloruro sodico, anche se talora non si associ ad alterazioni funzionali del tessuto decalcificato, come ho dimostrato per l'uso di soluzioni saline poco concentrate, la dimostrazione che molti anni sono e cioè fino dal 1890 io diedi sulla perdita di potassa che lo stesso cervello subisce nelle perfusioni ed infusioni di soluzioni cloruresodiche, dimostrazione più tardi data pure dai miei allievi dottori Veronesi e Marinelli per il fegato e per i muscoli, corrisponde alle interpretazioni dei fenomeni tossici dovuti ad acidi diversi ed anche a sali sodici di essi.

Esperienze interessanti eseguite dall'Januschke 8) hanno dimostrato che l'acido ossalico introdotto in circolo non agisce solamente sottraendo Calcio ad un determinato tessuto, ma a tutto l'organismo e al sistema nervoso. Soluzioni di acido organico producono nella rana paralisi generale e cardiaca, fenomeni che spariscono se nei liquidi circolanti si aggiunga cloruro calcico. L'avvelenamento cardiaco nella rana viene tolto anche dallo stronzio oltre che dal calcio. Invece osserva l'Januschke che un lavacro anche abbondante del cuore eseguito con soluzione al 0,7 % di cloruro sodico resta senza effetto. La questione è quindi non già di allontanare l'acido ossalico, ma di ripristinare, reintegrare i materiali cellulari che sono stati allontanati. Il cloruro sodico potrebbe lavare i tessuti ed allontanarne l'acido ossalico, ma tenderebbe ad allontanarne anche dell'altra potassa e calce peggiorando quindi le condizioni, invece di migliorarle.

D'altra parte la paralisi cardiaca prodotta dal Bario può essere sospesa da una introduzione successiva di solfato sodico, mentre il cloruro di Bario non toglie l'arresto prodotto dall'acido ossalico.

Chiari e Fröhlich 9) hanno veduto che nei mammiferi la sensibilità alla pilocarpina e adrenalina viene aumentata da somministrazioni di acido cloridrico, ossalico o loro sali sodici. Cotesti fatti si estrinsecano negli apparecchi nervosi della vita vegetativa ed autonomi e secondo Chiari e Fröhlich sarebbero l'espressione di precipitazione o eliminazione di Ca.

Le esperienze mie più sopra citate dimostrano che almeno nel sistema nervoso centrale può avvenire un impoverimento gravissimo in Calce senza che si notino disturbi funzionali.

Un errore di metodo ha condotto l'Hörhammer 10) ad una interpretazione errata di fenomeni. Egli ha creduto di poter ottenere risultati speciali trattando con sostanze decalcificanti come gli ossalati, diversi elementi cellulari. Non ricordando le belle esperienze dell'Hamburger, che noi abbiamo altra volta citate, l'Hörhammer ha dosato la Calce in emazie nucleate come quelle dei polli ed in altre non nucleate come sono quelle di bue.

Ed ha trovato che le prime contengono Calce e non le seconde, ma mentre pareva che si dovesse attendere che solamente le prime risentissero l'azione degli ossalati ed altre sostanze decalcificanti, l'esperienza avrebbe dimostrato che non c'è differenza dagli uni agli altri elementi.

Inoltre avendo osservato che altri nucleati come i leucociti risentono danno dal contatto con ossalati, l'Hörhammer ha indotto che i nuclei delle emazie abbiano un significato fisiologico subordinato, secondario. L'osservazione sarebbe certamente interessante e la induzione molto importante se l'Hamburger non avesse già dimostrato che « *chi non trova Calce nei globuli rossi non sa eseguire le determinazioni analitiche* » affermazione che si connette ai risultati negativi che si sono ottenuti prima dell'Hamburger nelle analisi delle emazie.

L'errore analitico dipende nel processo seguito, di lavare i globuli più volte con soluzione fisiologica di cloruro sodico, (l'Hörhammer li ha lavati da 6 a 8 volte!), la quale estrae il Calcio dai globuli stessi! Secondo me i globuli nucleati presentano una resistenza speciale, dacchè i nuclei sono molto più riparati dalle azioni osmotiche, che non il rimanente del protoplasma, e possono quindi contenere ancora del Calcio dopo le lavature e centrifugazioni cui sono stati sottoposti.

Anche queste esperienze servono dunque egregiamente a dimostrare l'azione decalcificante delle soluzioni clorosodiche più comuni come le fisiologiche.

Invece Rona e Takahaski 11) ricordando appunto che le lavature con soluzioni cloro-sodiche tolgono Calcio ai globuli hanno determinato col solo mezzo della centrifugazione (a 10,000 giri) il contenuto dei globuli in Calcio ed anche quello del siero. Hanno eseguito determinazioni anche operando sul sangue totale e sul siero e determinando per differenza il contenuto dei globuli. I risultati tanto diretti come indiretti sono molto corrispondenti.

Essi hanno trovato:

nel cane direttamente 0,0024 % in peso — indirettamente 0,0025

nel cavallo 0,0022-0,0030 direttamente

nel manzo 0,0036-0,0040 id.

nel majale 0,0030-0,0031 id.

nel montone 0,0027-0,0032-0,0034 direttamente e indirettamente in questo animale 0,0020-0,0029.

Del resto in uno dei miei lavori sopra citati io ho richiamato una Memoria del Loew 12) nella quale è asserito che gli ossalati e gli acidi avvelenano perchè decalcificano. Nella spirogira il nucleo cellulare sotto coteste azioni si contrae ed anche i corpi clorofillici sono lesi. Il fenomeno avviene dopo un contatto di una certa durata e secondo Loew si produce perchè il Calcio è combinato coi nucleoproteidi, i materiali cioè più nobili della funzione cellulare.

Si sa che tanto nel regno animale che nel vegetale i tessuti più ricchi di Calcio sono anche più ricchi di nuclei.

Noi abbiamo già citato le esperienze di Aron, che ha trovato nella sostanza grigia cerebrale maggior copia di Calce, che nella bianca e il Loew nel bue e nel cavallo ha veduto che la sostanza grigia conteneva 0,263 e 0,777 di Calcio per mille, mentre la bianca rispettivamente non ne aveva che 0,041 e 0,037!

E le nostre esperienze che hanno provato come mediante soluzioni cloridriche fisiologiche si possa togliere alla sostanza cerebrale anche il 50 % del suo contenuto in Calce, non dimostrano affatto che questa calce sia stata sottratta dai nuclei o rispettivamente da quelle combinazioni coi nucleoproteidi cui accenna il Loew, ma lasciano pensare che in seno ai tessuti si possa trovare una copia notevole di Calce che ne può essere esportata senza danno della funzionalità dei medesimi.

Io ho affermato che piuttosto alla perdita di potassa che non a quella di calce potesse attribuirsi l'aumento di eccitabilità che può notarsi per l'introduzione copiosa e rapida di cloruro di sodio in circolo e trovo un argomento a questo mio concetto in un lavoro di Loeb e Wasteneys 13) i quali hanno dimostrato che la calce ed altre terre alcaline possono togliere la tossicità e quindi anche l'azione biologica fondamentale della potassa.

Già il Loeb 14) aveva dimostrato precedentemente che l'aggiunta di cloruro sodico aumenta l'azione tossica del potassio sul *fundulus* solamente allora quando nella soluzione si trova meno di 8 a 10 molecole di Na Cl per una di KCl. Appena si raggiungono 17 molecole almeno di Na Cl per 1 di KCl si ha il fenomeno opposto cioè l'azione svelenatrice.

Noto a questo proposito che nel mio lavoro pubblicato fin dal 1890 15) io aveva trovato come le perfusioni cloro sodiche che producevano convulsioni e tetano nei cani si accompagnassero sì da più a meno, a disidratazione della sostanza nervosa centrale, ma producessero anche un' alterazione chimica, in quanto nella sostanza bianca il contenuto normale di Na che toccava 0,09 % giungeva fino a 0,22 ed il K che nel normale era di 0,39 % scendeva a 0,25. Nella sostanza grigia poi dal normale di 0,01 % di Na si saliva per fatto delle iniezioni clorosodiche a 0,17 e dal normale di 0,62 di K % si scendeva a 0,47.

O io m'inganno o le osservazioni del Loeb corrispondono a quelle mie, se non che quello che per il Loeb è un'azione tossica della potassa, nel mio caso è un'azione biologica, una azione inibitrice, che sospesa per l'entrata di gran copia di soda e per diminuzione di potassa, porta ad una grave e profonda lesione di funzione.

Alla fin fine è una vera azione tossica che può condurre e condusse in molti dei miei casi alla morte durante i fenomeni di eccitamento o subito dopo di essi.

Il Loeb poi dimostrò che per il *fundulus* la concentrazione di Na Cl nelle soluzioni, per sè non dà effetto di sorta.

Altre esperienze eseguite dal Loeb insieme al Wasteneys 16) avevano dimostrato che il *fundulus*, che pure è relativamente indipendente dalla pressione osmotica dell'ambiente in cui vive, non può rimanere in acqua in cui trovi solo Cloruro potassico nelle proporzioni medesime dell'acqua marina. Dopo pochi giorni i pesci vi muoiono.

Già Vant'Hoff aveva determinato che nell'acqua di mare il cloruro di sodio e quello di potassio si trovano rispettivamente nella proporzione di molecole 2.2 di KCl contro 100 di Na Cl.

Secondo il Vernon questo rapporto rappresenta anche la condizione, che stabilisce l'*optimum* per mantenere in attività il cuore di tartaruga.

Se invece del KCl si metta in soluzione del Na Cl anch'esso nel rapporto che si trova nell'acqua marina, ma da solo, si vede che anche in simile ambiente i pesci non vivono. Essi vivono invece benissimo in soluzioni pure di $Ca\,Cl_2$ e $Mg\,Cl_2$ impiegati nella concentrazione che esiste nell'acqua marina.

Se ora si fa uso di una soluzione di KCl che riesce tossica, si può annullarne la tossicità con l'aggiunta di Na Cl e il coefficiente di svelenamento che sarebbe il quoziente $\frac{KCl}{Na\,Cl}$ è $\frac{1}{15}$ o $\frac{1}{17}$. Vale a dire che l'azione tossica del KCl viene tolta dal Na Cl quando nella soluzione si hanno da 15 a 17 molecole di Na Cl contro 1 di KCl.

Tuttavia al di là di un certo limite di intossicazione per KCl, il NaCl non serve più, se poi invece che al Cloruro di sodio si ricorre al solfato, basta, il che è ovvio, usarne la metà, e se per esercitare l'azione tossica si adopera il solfato di potassio, invece del cloruro, si osserva che gli effetti tossici si ottengono con metà della dose del cloruro.

Nel lavoro sopra citato Loeb e Wasteneys osservarono che i sali di Calcio esercitano la medesima azione svelenatrice di quelli di sodio verso il potassio, ma con energia molto maggiore in quanto basterebbe $\frac{1}{30}$ e anche $\frac{1}{300}$ di molecola di $Ca\,Cl_2$ contro 1 molecola di KCl!

Questo fenomeno secondo Loeb e Wasteneys è dovuto a che nei pesci il Ca si fissa, probabilmente entro le branchie, sopra anioni sui quali ordinariamente si fissano K e Na, questi danno sali solubili e il Ca insolubili.

In ragione della maggiore sua attività il $Ca\,Cl_2$ potrebbe combattere anche contro forti dosi di KCl.

Lo stronzio possiede lo stesso ufficio del Calcio e così il Bario, sebbene per questo occorra tener conto della sua forte azione tossica nei pesci.

Lo stesso Loeb 17) ha ancora cercato l'influenza degli anioni, i quali in esperienze eseguite sempre sul *fundulus* hanno mostrato di esercitare pure una notevole azione.

Così il Na Cl non è tossico insieme al $Ca Cl_2$ o al $Mg Cl_2$, ma bensì se invece dell'anione Cl, si tratti del Br, HO, NO_3, PH_2, COO, SO_4, vediamo allora il Ca e il Mg divenir meno tossici del Na.

Questo comportamento secondo Loeb e Wasteneys si può spiegare con l'ipotesi che la tossicità relativa degli joni cambia con la concentrazione dei medesimi. Per esempio: in una concentrazione bassa l'azione protettrice del Calcio è maggiore di quella del Na, mentre con una concentrazione maggiore il Na è più attivo del Ca.

Se l'anione è tanto tossico da richiedere che le esperienze sieno eseguite con concentrazioni relativamente basse del sale, il sale calcio è sempre meno tossico del sale sodico dello stesso anione.

Ma se invece l'anione è innocuo come il Cl così che le esperienze si possano compire con una concentrazione relativamente elevata, si verificano allora le circostanze per le quali il Na nelle maggiori concentrazioni è meno dannoso del Ca.

L'influenza delle concentrazioni deve essere messa in rapporto con quella dei sali sulla tensione superficiale.

Influenze diverse sul ricambio del Calcio.

Che un nesso solamente relativo esista fra il ricambio del Calcio e lo sviluppo osseo, oltre che dai numerosi dati che ho esposto nelle mie precedenti memorie, oltre a quanto può osservarsi per le esperienze del Wegner sull'azione del Fosforo, puó arguirsi anche dall'osservazione dell'Adler 18) sul ricambio del Calcio nei bambini e sullo sviluppo osseo. Aron aveva veduto che negli erbivori domestici si ha scarso sviluppo osseo, se con una alimentazione povera di soda e ricca di potassa si somministri anche abbondantemente Calcio e Fosforo. L'Adler invece ha notato che nei bambini, pari essendo le condizioni di introduzione di Ca e P, non ha influenza di sorta sullo sviluppo osseo la ricchezza o la deficienza rispettiva della soda e della potassa.

E come una grande importanza deve pur essere legata alla presenza del Calcio nel sangue, notiamo che nelle osservazioni del Neurath 19) l'aggiunta di sali di Calcio nella alimentazione diede talora un aumento, talora una diminuzione del Calcio nel sangue dei bambini poppanti. L'allattamento al petto diede luogo ad una maggiore ricchezza di Calcio nel sangue del poppante in confronto di quel che si poteva osservare per l'allattamento artificiale.

Il Neurath afferma anche di aver potuto dimostrare una minore quantità di Ca nel sangue degli spasmofilici ed infine di aver trovato che con l'età il Calcio del sangue diminuisce nei poppanti.

Tutti cotesti risultati meritano di essere confermati perchè il metodo di ricerca eseguito sopra minime quantità di sangue non dà affidamento sicuro di attendibilità.

Di fatto il Voorhoeve 20) ha osservato che l'aggiunta di Calce nell'alimentazione dell'adulto dà luogo ad un assorbimento cospicuo che si rivela per aumento di Ca nel sangue, mentre nelle esperienze del Neurath fatte bensì nel poppante e non nell'adulto, cotesta aggiunta produceva a volte aumento, a volte diminuzione del Calcio nel sangue!

Il Voorhoeve aggiungeva ad una dieta già abbondante di Ca del lattato e del cloruro in dose giornaliera di gr. 2,727 di Ca O ed osservava un aumento costante nel sangue, che poteva anche mantenersi dopo la sospensione del sale calcico e del resto non produceva disturbi di sorta.

Anche per cotesto fatto, se non si può dir nulla in contrario, bisogna ben guardarsi dall'inferirne che la dose di Ca O sopra detta possa essere somministrata a chiunque senza danni, perchè come ha notato bene il Fritsch, il cloruro di Calcio in circolo ha un'azione ipertensiva, che si aggiunge a quella dell'adrenalina!

Nei cani adulti il Kochmann 21) non è riuscito ad ottenere l'equilibrio nel bilancio del Calcio alimentandoli con diete abbondanti di Calce, mentre l'equilibrio dell'azoto e anche il risparmio di questo elemento si raggiunge di leggeri.

Quanto all'interessante fenomeno di cui disgraziatamente ha potuto occuparsi più la farmacologia che la terapeutica, e che con tanta evidenza è stato dimostrato dal Wegner, sulla fissazione del Calcio nelle ossa sotto l'azione del Fosforo, il Kochmann 22), somministrando olio fosforato a cani ha potuto dimostrare la fissazione della Calce sulle ossa come effetto del Fosforo sul ricambio della Calce.

Altra influenza notevole sul bilancio del calcio, che naturalmente può farsi sentire sul contenuto dei vari organi e tessuti è quella messa in vista dal Freund 23) e che avrebbe potuto far credere ad una deficienza di calcio nel poppante. Essa riguarda la diminuzione dei saponi nell'intestino o la minore eliminazione di essi per le feci. Il meccanismo della perdita del calcio per questa via è facile a comprendersi, riflettendo alla fissazione di Ca che vien fatta dai saponi e d'altra parte alla formazione di questi dal grasso della alimentazione lattea.

Ho citato già nel mio lavoro del 1910 le esperienze del Sinnhuber 24) che indicano un rapporto della tiroide col ricambio del calcio e non lo ammettono per il timo, il quale invece ha una importanza così grande nella giovane età e parrebbe dovesse in qualche modo connettersi con lo sviluppo del sistema osseo.

Le esperienze del Sinnhuber dimostrarono che in giovani cani l'asportazione del timo non aumenta la eliminazione del Ca e d'altra parte l'alimentazione contenente cotesta ghiandola non produce neppure variazione nel ricambio del Calcio.

Invece l'alimentazione con tiroidina in forti dosi produce una perdita di Azoto e nello stesso tempo un aumento nella eliminazione della calce.

È da chiedersi se in cotesto caso si tratti di una influenza semplicemente esercitata dallo jodio della tiroide oppure, come sembra più probabile da quelle azioni complesse in parte dirette esercitate mediante le sostanze proprie della tiroide, in parte indirette per le influenze sul metabolismo, che si sono dimostrate nei numerosissimi studi eseguiti sulla funzione di questa ghiandola.

Gli è così che condizioni patologiche di un siffatto organo, che producano un aumento o una diminuzione di funzione devono poter produrre anche pel ricambio del calcio una spiccata azione, che probabilmente si produrrà in molte altre circostanze patologiche per alterazioni di altre di coteste ghiandole misteriose aventi una secrezione interna.

Ho esposto pure nel mio lavoro del 1910 le osservazioni e le esperienze molto interessanti di Mac Callum e Vögtlin sulla scomparsa dei fenomeni di spasmo dei cani stiroidati per introduzioni ipodermiche o endovenose di sali di calcio e d'altra parte le osservazioni negative di Pachon, Dumitresco, Nissipesco, i quali in animali pure stiroidati hanno trovato nel cervello ora un aumento, ora una diminuzione del contenuto di calcio e nessun rapporto fra la presenza di questo elemento e la produzione dei fenomeni di spasmo.

Stöltzner, Meltzer trovarono la stessa mancanza di rapporti in casi patologici di tetania e come pure osservammo, il Capuzzo avendo trovato nel liquido cefalo rachideo di bambini rachitici, che egli chiama spasmofilici per eccellenza una maggior copia di calcio, che non si osservi in altri casi, concludeva che il Ca doveva possedere un'azione eccitante!

Tuttavia qualche dato in senso favorevole all'azione depressiva del Calcio generalmente ammessa e da me pure dimostrata in particolare sulla fibra muscolare si è avuto recentemente.

Così il Rosenstern 25) ha studiato gli effetti di una somministrazione metodica di cloruro di calcio in poppanti spasmofilici ed ha trovato che dando per bocca 100 cc. di una soluzione al 3 % di $CaCl_2$ si ebbe in 5 poppanti sopra 20 una diminuzione dell'eccitabilità, la scomparsa dello spasmo facciale e del fenomeno del Trousseau, quando esso esisteva.

Il vantaggio tuttavia spariva dopo 24 o 36 ore dalla somministrazione, e il fenomeno opposto, cioè aumento della eccitabilità, si notava in seguito a introduzione di cloruro sodico, il che starebbe a confermare ancora una volta l'azione decalcificante di cotesto sale.

Nella bellissima tesi del Fritsch, che ho citato nelle pubblicazioni precedenti e che si riferisce particolarmente al contenuto di Calcio dei vari organi e tessuti nei casi di arteriosclerosi, sono notate le condizioni fisiologiche che fanno variare la quantità di calce e anche quelle patologiche.

Fra queste ad esempio il Fritsch afferma che nè nella rachitide, nè nella osteomalacia, nè nella tubercolosi si trova originariamente una decalcificazione dell'organismo, che l'aumento o la diminuzione della calce nell'alimentazione, non influiscono sul contenuto del sangue o dei tessuti molli, ma sì su quello delle ossa, che sono le prime a sacrificare la loro composizione, anche quando manchi l'intervento terapeutico.

Infatti gli individui affetti da ateroma o da mixedema hanno uno scheletro più povero di Calce che gli individui normali, senza che perciò si possa sostenere che rispettivamente l'ateroma o il mixedema riconoscano come causa la deficienza di Calce del sistema osseo, mentre questa non è che un effetto di condizioni peculiari a queste malattie.

Secondo il Fritsch nella tubercolosi dapprima è aumentata l'eliminazione di Calce per le urine e verso la fine della malattia essa è invece diminuita.

E quanto a condizioni sperimentali il Fritsch ha veduto che l'introduzione giornaliera di 4 gr. di acido cloridrico contemporanea ad una corrispondente introduzione di Calce con l'alimentazione, non produce nessuna variazione nell'eliminazione della Calce per le urine, ma forse solamente un piccolissimo aumento per le fecce.

Il che in altri termini vorrebbe dire che in condizioni normali la introduzione di $Ca\,Cl_2$ per bocca non dà eliminazione per le urine, ma solamente lievissima per le fecce, ma ciò renderebbe necessaria anche la domanda: dove si ferma dunque la calce così introdotta, che non è poca e, assorbita, non dovrebbe riescire indifferente per l'organismo?

Il Fritsch risponde anche ad una questione che io mi sono fatto da tempo, senza aver avuto campo di dedicarvi attenzione, se cioè altri sali di soda possano operare nel senso del cloruro.

Egli si è occupato solamente del carbonato di sodio e afferma che 10 gr. di bicarbonato di sodio somministrati giornalmente non fanno che diminuire pochissimo l'eliminazione della calce per le urine e per le fecce.

Ciò probabilmente vorrebbe essere legato alla produzione di carbonato di Ca nell'organismo e terrebbe a quella che il nostro Sabbatani ha chiamato immobilizzazione del Calcio.

A me invece sembrava che data l'abbondanza di anidride carbonica che si ha nei tessuti sarebbe stato facile la formazione di carbonato di calcio solubile, di guisa che anche la somministrazione di Carbonato sodico avrebbe dovuto produrre una decalcificazione dell'organismo.

Intendo di ritornare sopra questo argomento che ha un grande interesse nei casi di uso ed abuso di carbonato sodico, come tale ed in forme di acque minerali, specialmente di quelle che come hanno dimostrato bene Iacoangeli e più particolarmente il mio ottimo Guido Piccinini 26) sono ipotoniche e possono essere assorbite con facilità dal tubo gastro-enterico.

Recentemente Loeper e Béchamp 27) dopo aver determinato che il contenuto normale del sangue umano in calce varia da 0,065 a 0,070 per mille e che nell'età avanzata cresce di circa 1 centigramma sopra cotesta cifra, hanno dimostrato che nell'ipercloridria e in varie enteriti si può avere una diminuzione fino a 0,054, mentre si ha una ipercalcemia in malattie diverse come l'osteomalacia, la nefrite, l'asma, la asistolia, la pneumonite, l'ateroma; in quest'ultima si trovò fino a gr. 0,1 per mille.

Evidentemente meccanismi di molto diversi possono essere quelli che danno il medesimo risultato, cioè la ipercalcemia, come diversi possono essere i modi per i quali si giunga all'ipocalcemia e dovrebbero essere illustrati ognuno di per sè, senza di che il fatto non ha importanza speciale dal punto di vista della patologia e neppure della terapeutica.

Savornat e Rebattu 28) hanno determinato la demineralizzazione dello scheletro nella cavie affette da tubercolosi e sono venuti alla conchiusione che la decalcificazione sotto l'influenza della tubercolosi segue in primo luogo nello scheletro. Nelle loro osservazioni il contenuto di fosforo si mostrò inalterato, diminuì molto quello della calce. Infatti in un gr. di ceneri di ossa provenienti da cavia sana si trovavano gr. 0,496 di Calcio e nelle

ceneri provenienti dalle parti molli si avevano gr. 0,179, nelle cavie tubercolotiche le ceneri d'ossa contenevano gr. 0,2855 e le ceneri di parti molli 0,156. La massima diminuzione dunque avvenne nelle ossa, sia assoluta che relativa al contenuto proprio degli uni e degli altri tessuti.

Azione biologica del Calcio.

Oltre che sugli argomenti che ho svolto mi pare opportuno l'aggiungere nuove osservazioni intorno all'azione biologica del Calcio, come quella che è pure intimamente legata al contenuto di questo metallo nel cervello nelle diverse età.

Nelle mie pubblicazioni sopra citate ho esposto, fra le altre, l'osservazione dell'Hamburger circa l'influenza del Calcio sulla fagocitosi. Ma lo stesso Hamburger 29) in altre comunicazioni ha meglio specificato i risultati ottenuti portando la sua attenzione sul fenomeno della chemiotassi.

L'Hamburger ha notato che aggiunte di gr. 0,005 di $CaCl_2\%$ di siero o di soluzione di NaCl al 0.9% aumentano del 20% il valore fagocitico dei globuli bianchi verso particelle di carbone. Ciò non avviene solamente in vitro, ma anche nell'organismo.

Le azioni chemiotassiche sono aumentate come può vedersi con l'introduzione di capillari contenenti culture di bacterium coli, situati sotto la cute di conigli.

In un coniglio di Kg. 3,500 l'aumento della chemiotassi potè raggiungere il 40% per l'introduzione per la via rettale di 60 milligr. di $CaCl_2$ disciolti in 60 cc. di acqua

Si può anche dimostrare un aumento progressivo della chemiotassi somministrando per il retto giornalmente gr. 0,10 di $CaCl_2$.

Il fenomeno secondo l'Hamburger è dovuto a maggiore vivacità dei movimenti ameboidi, e questa maggiore vivacità non è data da aumento della conducibilità elettrica, quale si osserva per l'aggiunta di Ca++, nè a modificazioni della viscosità dei corpi protoplasmatici colloidali.

In fatti gli joni bivalenti Ba - Sr - Mg non hanno affatto questa proprietà, che, conchiude l'Hamburger, deve ritenersi specifica del Calcio.

A proposito dell'azione chemiotassica è anche importante il notare l'osservazione del Kindborg 30) il quale essendosi chiesto quale meccanismo d'azione abbia il Calcio per modificare i processi infiammatori anche di origine microbica, ha cercato quale attendibilità avesse il concetto di una eventuale azione inibitrice del Ca sui microrganismi.

Il Kindborg ha veduto che l'aggiunta di Ca ai soliti terreni di cultura dà luogo ad uno sviluppo microbico molto più florido e crede quindi che il Ca agisca beneficamente sui processi infiammatori non già perchè danneggi i microbi, ma perchè aiuta gli elementi cellulari.

Anzi secondo il Kindborg contrasterebbe contro l'opinione generalmente invalsa sull'azione benefica dei sali di Ca nei tubercolosi, il fatto che anche lo sviluppo del bacillo tubercolare è favorito dalla presenza di sali di Calcio.

Noi sappiamo invece che per altro meccanismo, anzi per altri meccanismi il Ca può giovare in questa malattia e basterebbe il fatto della chemiotassi più vivace e del pabulum

cellulare meglio formato per renderci conto dell'azione benefica che può esercitarsi, anche se non vogliamo richiamare le belle esperienze di Chiari e Januschke, citati nella mia pubblicazione dell'anno scorso, dalle quali si è appreso che somministrazioni ipodermiche o endovenose di sali di Calcio possono impedire o arrestare la formazione di raccolte sierose, di essudazioni, di edemi flogistici prodotti dalle cause più diverse, tossine difteriche, olio di senape, fitotossine, come abrina, jodio, tiosinamina etc.

Si sa che molte applicazioni terapeutiche si sono fatte e si fanno di sali di Calce, non tutte certamente consigliate dall'osservazione farmacologica molte anche illogiche, o inutili o dannose. Spesso solamente il modo di somministrazione è incongruo, o il preparato che si è scelto o la via di introduzione. Oggi ad esempio si consiglia il cloruro calcico precisamente come declorurante e come diuretico da Bonnamour, Imbert, Jourdan, Vitry 31), da quest'ultimo poi anche e precisamente in casi di nefriti parenchimatose.

Si è veduto che dosi giornaliere di gr. 0,30 a gr 2 danno rapida eliminazione di acqua e di Na Cl, e che anche nei conigli si può notare il medesimo fenomeno per introduzione endovenosa di piccole quantità di $Ca\,Cl_2$.

Il Vitry poi che concorda con Imbert e Jourdan contro Lamy e Mayer nel sostenere l'azione declorurante del $Ca\,Cl_2$ o per meglio dire, contraria all'aumento del Na Cl ha notato che in 4 casi di nefrite parenchimatosa senza cambiamento di dieta usando dosi giornaliere di $\frac{1}{2}$ gr. di $Ca\,Cl_2$ si ebbe aumento della diuresi.

L'influenza benefica del Calcio, che come ebbi a notare altra volta può divenire dannosa, quando l'aumento sia troppo abbondante può esercitarsi meglio perchè il Ca tende a depositarsi nell'organismo. E le ossa non sono per nulla quel tessuto passivo che generalmente parlando si ritiene perchè esse cedono con facilità il Ca in esso deposto.

Notava già il Patterson 32) che nella alimentazione povera di Calce il sangue mantiene il suo contenuto in questa base, mentre le ossa ne perdono sicchè può dirsi esista una autolisi elettiva.

Il Calcio secondo il Patterson si depositerebbe nelle ossa come riserva, così come vediamo seguire per il ferro nel fegato e nel midollo osseo.

Influenza dell'età sul contenuto in Calce.

Seguiamo ora più direttamente lo stato attuale delle conoscenze più recenti sul contenuto del cervello in Calcio e sulla influenza che vi esercita l'età.

Il Magnus Levy 33) in un suicida sano dell'età di 37 anni, morto per dissanguamento, trovò nel cervello il 77,9% di acqua e gr. 0,0166 di Calcio per 100 di sostanza fresca.

Ho richiamato nel mio lavoro del 1910 dal Cohn una tabella che contiene molte analisi eseguite su cervelli conservati in alcool e da quei dati risulterebbe che partendo da feti umani arrivando fino a individui di 20 anni d'età si avrebbe una continua diminuzione del contenuto di Calcio nel cervello. Il quale, nel feto conteneva gr. 0,0056% di sostanza fresca, a 7 mesi di età ne conteneva 0,0046, a 4 anni 0,0037, a 20 anni presso a poco la stessa quantità.

Notizie interessanti sul ricambio del Calcio e nel contenuto negli organi ci dà il Fritsch nella tesi che ho altra volta citata. Secondo il Fritsch la più piccola parte del ricambio del calcio è quella che riguarda il rinnovamento dei tessuti compreso lo scheletro. Pochissimo calcio basta a questo scopo nell'adulto, ma invece il bisogno è tanto più forte quanto minore è l'età dell'animale. Nell'uomo infatti nel primo anno di età il bisogno di Ca sarebbe di 30 milligr. per giorno e per Kg in peso, dopo il primo anno 10 milligr, da 5 anni in su 6 milligr. e scema continuamente fino a perfetto sviluppo dello scheletro, raggiunto il quale il bisogno di calcio sarebbe per questo punto di vista ridotto a zero.

Nel coniglio la quantità occorrente per la conservazione dello scheletro e dei tessuti non oltrepassa i 6 milligr. per Kg. e per giorno e rimane sempre la stessa.

Nei conigli durante lo sviluppo si emettono 80 milligr. di Ca per le fecce giornalmente e dopo il periodo di sviluppo 140.

Nella donna gravida si ha ritenzione di calce diminuendo l'eliminazione per le urine, e durante la gravidanza e l'allattamento il bisogno di calce nella donna si fa sentire maggiormente. Nella vecchiaia l'eliminazione per le urine diminuisce.

Il sangue contiene quasi sempre la stessa quantità di calce, anche quando intervengono fatti di sclerosi, nè si deve credere che durante questa, i limiti di solubilità dei sali di calcio nel plasma sanguigno sieno per nulla raggiunti.

Nei conigli il contenuto di calcio del sangue è di circa 5 centigr. per mille in volume ed i tessuti molli presentano un contenuto costante.

E. Gley e Richard 34) hanno determinato col metodo dell'Hugonnencq il calcio contenuto nel cuore di cane e in quello di coniglio ed hanno trovato per cento di sostanza fresca nel cane da 0,023 a 0,0264 di Ca e nel coniglio da 0,0089 a 0,0248. Come si vede una costanza notevole nel cane, e invece dei limiti molto larghi nel coniglio

Esperienze di Erwin Voit citate già a pag. 26 del mio lavoro del 1910 hanno determinato l'influenza dell'alimentazione più o meno ricca di calce e dell'età sul contenuto di calce o magnesia nel cervello.

Non ripetiamo i dati riferiti fin d'allora, aggiungiamo qui che in condizioni normali il Voit trovò nel cervello secco di cane 0,08 di Ca e 0,12 di Mg % e calcolando in media a 80 % il contenuto di acqua si avrebbe che in questa esperienza del Voit il contenuto di Ca fu del 0,016 e quello di Mg 0,024 % di sostanza fresca.

Secondo il Voit con l'età nei cani normali il Ca cresce nel cervello ed anche il ferro, mentre l'acqua e le ceneri diminuiscono. Solamente il sangue nei cani giovani sarebbe più ricco di calce che nei vecchi o adulti, il che non corrisponde con quello che abbiamo visto più sopra.

Nell'uomo il Neurath sopra citato trovò che il sangue conteneva una quantità maggiore di sali nei primi tempi della vita extrauterina che non in seguito e Loeper e Béchamp che pure abbiamo citato occupandosi del calcio del sangue nell'uomo, dimostrarono che nell'età più avanzata si osserva il fenomeno opposto e cioè il sangue diventa più ricco di calce di quel che non fosse nell'età adulta.

Secondo questi osservatori adunque nel sangue si avrebbe un contenuto massimo di

calce alla nascita, una diminuzione col crescere dell'età, ed un ulteriore aumento nell'età più avanzata Nel Voit troviamo solamente l'indicazione dei due ultimi fenomeni notati per i cani e cioè nell'età giovane e in quella adulta.

Dhéré e Grimmé 35) invece in osservazioni eseguite sopra cani e conigli hanno trovato che nel sangue di cane il calcio diminuisce mano mano che l'animale invecchia e nel sangue del coniglio invece aumenta fino a raddoppiarsi. Dhéré e Grimmé che hanno preso questi animali come tipi di carnivori e di erbivori conchiudono che la dieta vegetale produce deposito di calce e non così quella animale. Sarebbe da discutersi largamente su questo proposito, perchè la deduzione supera la portata delle premesse e perchè il risultato delle mie esperienze sul cloruro di sodio fa pensare che tanto valga questo sale quanto i sali di potassio per decalcificare e che quindi tanto la dieta animale, che inoltre introduce altri elementi decalcificanti, quanto quella vegetale per sè, devono essere adatte a causare una decalcificazione a meno che non si introducano col cibo quantità notevoli di calce.

Gli stessi osservatori 36) hanno determinato il contenuto in calce del cervello di cane e di coniglio ed hanno veduto che esso oscilla entro limiti molto ampi. Il cervello di cane diverrebbe più ricco di calcio col progredire dell'età nel cane, ma si sono trovati dei valori troppo disparati e cioè da 28,8 milligr. a 132 per 1000 di cervello.

Abbiamo veduto già che secondo Aron, da cui ho riportato a pag. 27 della mia pubblicazione del 1910 un quadro che si riferisce al contenuto di calcio dei diversi organi, nel cervello del bambino si trova una maggiore quantità di calce che nell'adulto, anche questo dato è contrario dunque ai precedenti ottenuti dal cane.

Anche Quest di cui si è riferito nella mia Memoria ora indicata, studiando il contenuto di calce sul cervello umano dalla vita fetale a quella infantile e della fanciullezza, avrebbe notato una costante diminuzione del calcio che nel neonato e nel poppante determinò a 0,168 per mille, in bambini di 4 mesi era già ridotto alla metà, in bambini di 8 anni non raggiungeva che 0,05 per mille.

Dall'esame di tutti questi risultati appariva dunque che mentre dalla maggior parte degli osservatori si asseriva che nell'uomo si ha un massimo contenuto di calcio nel cervello dei più giovani ed un minimo negli adulti, nei cani invece si osservava il reperto opposto e cioè un contenuto minimo nella prima età, uno massimo col procedere di questa.

Tuttavia una grande incertezza regna sopra questi dati, perchè non tutti gli osservatori hanno ottenuto cifre non dico eguali, ma confrontabili ed i limiti entro i quali le oscillazioni si compiono sono così lontani da mettere in dubbio l'importanza delle esperienze eseguite.

Nella mia Memoria del 1910 osservavo che se il fatto notato dalla maggior parte degli osservatori nel cervello del neonato, l'abbondanza cioè della calce nel feto e nei primi mesi di vita extrauterina si fosse verificato nei cani, si sarebbe reso facile conto della ineccitabilità del mantello corticale secondo le classiche osservazioni di Albertoni, di Soltmann, di Tarchanoff, che si sarebbe potuta pensare dovuta all'azione depressiva del Calcio. Ma precisamente nei cani nei quali queste osservazioni furono eseguite si era dimostrata fino ad oggi la minore copia di calcio dimodochè certamente cotesta interpretazione non sarebbe stata possibile.

È ben vero che la deficienza di calcio nel cervello dei neonati trovava una plausibile spiegazione nella deficienza di sostanza grigia, nell' abbondanza di sostanza bianca povera di nuclei, secondo il Loew ricchi di calcio, ma è vero altresì che anche nell' uomo vi è il medesimo rapporto fra sostanza grigia e sostanza bianca dalla vita fetale a quella extrauterina, a quella dell' adulto e tuttavia la composizione chimica per riguardo al Ca non risponderebbe più al fatto anatomico.

Esperienze proprie.

In tale stato delle nostre cognizioni come annunziai a pag. 5 della mia Memoria pubblicata nel 1911 credetti necessario di dirimere ogni questione istituendo osservazioni metodiche sopra parecchi animali della medesima età.

Se nonchè nei cani si trovano condizioni speciali che secondo me tendono già a produrre risultati vari. È noto che le razze dei cani sono molto diverse ed è noto ancora che nei nostri laboratori ordinariamente si trovano cani bastardi dei quali spesso è vano studiare le origini e congetturare gli incroci, dimodochè mentre già di per sè sarebbe stato lungo e difficile il riunire vari individui della stessa età e presso a poco della medesima razza, che eventualmente presentassero dati simili, se non eguali di resistenza organica e quindi di chimismo dei propri tessuti, si sarebbe potuto egualmente incontrare il caso di variazioni individuali, che possibili ancora tra fratelli, sono un fatto normale, quando si confrontino individui che non abbiano fra loro altro vincolo che quello della razza!

Invece vi era modo di avvicinarsi di più alle condizioni migliori di esperienza e cioè prendere in esame individui della stessa portata, procurandosi cagne gravide ed attendendone lo sgravio, poi sacrificare a coppie o ad uno ad uno a seconda del loro numero i diversi animali seguendoli così fino ad età più avanzata.

Naturalmente confronti fino ad età avanzata di anni non mi è stato possibile averne ed ho dovuto contentarmi per questo di scegliere cani vecchi sì, ma dei quali non avevo confronto esatto nel senso da me desiderato.

Ho preso in esame anche delle cavie e poichè queste provenivano tutte dai medesimi stipiti ho potuto confrontare anche individui provenienti da parti diversi senza incorrere negli inconvenienti sopra ricordati.

Le determinazioni eseguite sui cani furono 27, quelle su cavie eseguite sopra gruppi di 2 o anche di 3 quando ho voluto operare sopra cervelli di feti, sono state 6. In qualche caso ho determinato anche il Ca e il Mg del sangue.

Per il metodo di determinazione rimando alle mie pubblicazioni precedenti, insistendo solamente sulla necessità assoluta di togliere il fosfato di ferro che si forma nell' estratto cloridrico delle ceneri e di curare affinchè il menstruo dal quale si deve precipitare il fosfato ammonico magnesiaco contenga almeno il 2 per cento di ammoniaca, senza di che la precipitazione segue lenta e non sicura nè perfetta. Gli animali furono sempre uccisi per dissanguamento delle carotidi.

Esperienza I, 10 Febbraio 1911.

Una cagna bastarda setter barbona, che pesava circa 20 Kg. si è sgravata dalle 8 alle 11 di 10 feti a termine uno dei quali muore alle ore 15, un altro muore dopo 48 ore, gli altri furono uccisi mano mano per le necessità dell'esperienza.

Nella tabella che segue sono indicate le particolarità dell'esperienza e i singoli dati che si riferiscono ai 10 nati, di cui 2, come si disse morirono poco dopo la nascita, altri due furono uccisi 4 ore dopo la nascita, altri dopo 15 giorni, altri dopo 36 e gli ultimi 2 dopo poco più di 4 mesi.

Tabella I.

Esperienza 1° Marzo 1911 Cagna bastarda di Cg. 15.

Peso del cane in gr.	Età, sesso condizioni speciali	Peso dell' encefalo	Ca %	Mg %
135	♀ morto dopo 4 ore	6, 25	0, 0144	0, 0202
190	♂ idem dopo 48 ore	6, 87	0, 0341	0, 0212
188	♀ ucciso dopo 4 ore	6, 85	0, 0272	0, 015
337	♂ ucciso dopo 4 ore	7, 80	0, 0232	0, 014
	Media (*)	—	0, 0252	0, 0145
780	♂ uccisi 15 giorni dopo la nascita	20, 70	0, 00997	0, 0146
642	♀ » » » »	19, 60	0, 0092	0, 0143
	Media	—	0, 00958	0, 0144
2600	♂ uccisi 36 giorni dopo	43, 65	0, 0052	0, 0153
1820	♂ » » »	53, 12	0, 0085	0, 0145
	Media	—	0, 0068	0, 0149
6500	♂ ucciso di 128 giorni	72, —	0, 0058	0, 0145
6500	♀ idem di 135 giorni	68, 70	0, 0048	0, 0148
	Media	—	0, 0053	0, 0146

(*) Nel computo di questa media entrarono solamente i due cagnetti uccisi e non quelli morti naturalmente.

Solamente in questi ultimi si eseguì la determinazione del Ca e del Mg anche nel sangue, e si ebbero delle cifre sensibilmente eguali a quelle ottenute da Loeper e Béchamp nell'uomo; questi autori trovarono da 0,065 a 0,070 per mille e nei due animali da me sacrificati rinvenni 0,0069 a 0,0078 per cento.

Come si nota nelle indicazioni date, ho eseguito le determinazioni anche su neonati morti poche ore dopo la nascita, senza comprenderle tuttavia nel computo per la formazione della media. Infatti in questi due animali nelle determinazioni del Ca si sono osservate differenze molto cospicue non solo dall'uno all'altro, ma anche dalla media degli altri due fratelli. Invece le determinazioni del Mg non diedero variazioni di sorta, il che pure mette in una strana luce la importanza biologica di questo elemento il quale tuttavia nei due casi evidentemente patologici era contenuto in proporzioni maggiori delle consuete. Rapporti costanti e degni di nota fra il sesso e il contenuto in Ca non si osservano, si vede bensì un peso maggiore dell'encefalo nei maschi che nelle femmine, osservando tuttavia nei due maschi uccisi a 1 mese di età una cospicua differenza nel peso del loro encefalo, che in considerazione del peso del loro corpo è anche più accentuato

In cotesta prima esperienza il contenuto di Ca del cervello dei neonati si presenta più alto della media, che risulta dalle mie esperienze precedenti, nelle quali avevo trovato complessivamente 0,01998.

Aggiungo che in un'altra esperienza successivamente eseguita sopra un giovane cane bastardo di circa 3 mesi di età, del peso di kg. 1,450 ucciso per iniezione d'aria nelle vene e nel quale l'encefalo pesava gr. 42,20 trovai un contenuto di Ca di 0,0229 %. Se riuniamo anche questo dato ai precedenti formiamo una media di 0,0203 %.

Se raffrontiamo ora la quantità di Ca trovata nei due neonati con questa media generale ottenuta da cani di varia mole, età e razza, vediamo che il contenuto di Ca in essi è molto più elevato circa il 15 % di più della media.

Ebbene, cotesta quantità così elevata già dopo 15 giorni di vita extrauterina si è abbassata enormemente divenendo circa un terzo di quel che era prima, e dopo 36 giorni era ridotta a poco più di un quinto finchè a quattro mesi e mezzo dalla nascita essa precisamente era $^1/_5$ del contenuto iniziale.

Certamente se avessi potuto tenere gli animali in osservazione per un tempo più lungo le prove sarebbero riescite molto più istruttive, ma le condizioni del Laboratorio me l'hanno impedito ed ho dovuto contentarmi dei fatti del resto interessanti dimostrati in modo evidentissimo nei pochi mesi di studio.

Il contenuto di calce nel cervello diminuisce dunque dalla nascita fino a quattro mesi e mezzo di vita e la diminuzione nei primi 15 giorni fortissima, va gradualmente facendosi meno sentita, tanto chè da un mese a 4 mesi di età essa è poco notevole.

Quanto al Mg, il contenuto si è mantenuto sempre costante sia nelle medie fra gli animali sacrificati a diverse età, sia nei singoli animali. I valori infatti dei singoli oscillarono da 0,0153 a 0,0143 e solamente nei due neonati, che morirono naturalmente poco dopo la nascita, si ebbero due valori più elevati e cioè 0,0202 e 0,0212.

Ho eseguito anche le determinazioni quantitative del calcio e del magnesio nel sangue

dei due cani più avanzati in età ed ho trovato valori che si avvicinano a quelli ottenuti dall'Aron, il quale determinò gr. 0,06 di Ca per mille di sangue fresco e ai miei pubblicati a pag. 25 del lavoro citato del 1911, la media dei quali fu di 0,00543 per il Ca e 0,0043 per il Mg.

Nelle medie attuali ottenni rispettivamente nei due cani 0,00693 e 0,00782 di Ca e 0,00442 e 0,0047 di Mg, valori come si vede per il Ca più elevati, ma non così per il Mg.

Mancandomi determinazioni sopra questi animali in età più tenera non posso fare raffronti, che in ogni modo uscirebbero dallo scopo delle presenti ricerche.

Una seconda serie di prove ho potuto eseguire sui nati di una seconda cagna che si sgravò in Laboratorio dalle 12 alle 19 del 2 Marzo 1911. I nati vivi e a termine furono otto. Ne vennero sacrificati due immediatamente, si notò che tutti otto si trovavano presso a poco nelle stesse condizioni di salute e di peso.

Altri due furono uccisi 23 giorni dopo, una terza coppia a 32 giorni di età e finalmente degli ultimi 2 l'uno morì dopo 65 giorni dalla nascita, l'altro di 3 mesi precisi fu sacrificato per dissanguamento perchè si trovava in cattive condizioni di salute.

Tabella II.

Esperienza 2 Marzo 1911 Cagna bastarda di Kg. 15.

Peso del cane in gr.	Età, sesso condizioni speciali	Peso dell' encefalo	Contenuto percentuale in Ca	Contenuto percentuale in Mg
344	♀ ucciso appena nati	9,50	0,0086	0,0094
320	♀ » » »	9,20	0,00867	0,0092
	Media	—	0,00863	0,0093
882	♂ ucciso di 23 giorni	32,75	0,00556	0,0151
940	♂ » » »	33,52	0,00585	0,0147
	Media	—	0,00567	0,0149
1540	♂ ucciso di 32 giorni	44,60	0,0066	0,0146
1325	♂ » » »	41,60	0,0071	0,0133
	Media	—	0,0068	0,0139
1420	♂ morto di 65 giorni	56,12	0,01678	0,01218
2500	♂ uccisa di 90 giorni	55,50	0,00609	0,01461

Nella tabella II sono riuniti i risultati delle determinazioni eseguite ed i dati che si riferiscono all'età, al sesso ed al peso degli animali.

Per le condizioni speciali che riguardano gli ultimi due cani presi in esame, debbo dire che l'uno si trovò morto nella gabbia, ove probabilmente rimase strozzato tra i ferri dai quali aveva spôrto la testa. L'altro si trovò pieno zeppo di pidocchi e deperito così da far temere che difficilmente avrebbe potuto rimettersi, molto più avendosi ragione di credere che una cura adatta, come quella dell'unguento cinereo avrebbe potuto produrre una decalcificazione.

L'esame delle cifre che indicano il peso totale dell'encefalo secondo il sesso dei cani, dimostra quello che già per molti dati era noto e cioè che il peso di quest'organo non è in rapporto costante col sesso. Infatti in questa seconda serie di esperienze, che sono tuttavia le più attendibili perchè eseguite sopra animali fratelli, le femmine avevano un encefalo un po' più pesante di quello dei maschi corrispondenti, al rovescio di quanto abbiamo veduto nella serie di animali studiata più sopra.

E venendo al contenuto di Ca, osserviamo innanzi tutto che nei neonati troviamo una cifra iniziale molto più bassa della corrispondente nella esperienza del 1° Marzo. In questa infatti la media dei due neonati raggiunse gr. 0,0252 per cento e invece nell'esperienza del 2 Marzo in discorso tale media non ha toccato che gr. 0,00863. Questo accertamento ci dice quanto fosse giusto il concetto aprioristico che mi ha indotto ad eseguire le esperienze sopra animali della stessa portata, invece di limitarmi a prendere in considerazione cani di qualunque razza purchè avessero la medesima età. Vi è evidentemente una differenza notevole fra cane e cane, dovuta probabilmente a razza diversa, non ad alimentazione della madre, perchè nel nostro caso le madri erano rimaste tutte in laboratorio per un tempo abbastanza lungo e non molto diverso dall'una all'altra.

Partendo dunque dal contenuto medio di 0,00863, che come si vede nella tabella si scosta pochissimo dal risultato delle due singole determinazioni, si nota che confrontandolo con la media di 0,02148 da me ottenuta nelle determinazioni precedenti, esso gli è di molto inferiore e non è che poco più di $\frac{1}{3}$ di quel valore medio.

Se si fosse tenuto conto solamente di queste prove il confronto con le medie sopra citate avrebbe fatto credere che nei neonati la quantità di Ca del cervello fosse inferiore a quella degli adulti.

Invece se continuiamo nell'esame di questa seconda tabella osserviamo che nella coppia di animali uccisi a 23 giorni di età si osserva già una diminuzione da 0,00863 a 0,00567 cioè del 34 % abbassandosi a $\frac{2}{3}$ circa del valore primitivo.

Ma negli animali sacrificati in 32ª giornata di età troviamo già un rialzo nel contenuto di Ca che è salito da 0,00567 a 0,0068, aumentando di $\frac{1}{5}$ del suo peso.

Un altro degli ultimi due individui morto certamente di morte violenta a due mesi di età presenta già un aumento che lo avvicina alla media generale essendosi portato a 0,01678 il contenuto di Ca e finalmente osserviamo che l'ottavo fratello della portata assalito intensamente da una forma parassitaria cutanea ed ucciso a 3 mesi presenta un

abbassamento straordinario che corrisponde presso a poco al contenuto di Ca dei nati che furono uccisi entro il mese della loro vita extrauterina.

Cotesto caso merita certamente conferma e io non intendo dargli importanza di sorta, limitandomi a citarlo per iscrupolo di osservazione e per il nesso eventuale che si potesse dimostrare ulteriormente.

Questa esperienza si riassume adunque nella dimostrazione di un basso contenuto di Ca nel cervello alla nascita, contenuto resosi anche inferiore dopo 3 settimane di vita, con un accenno dapprima lieve ad aumento trascorso il primo mese, resosi poi elevatissimo fino a superare il tasso iniziale della nascita ed a raddoppiarlo a 2 mesi di età.

Il contenuto di Ca nel cervello avrà un significato speciale alla nascita, diminuisce certamente nel cane che cresce rapidamente e si ciba di solo latte, ma di sicuro deve rappresentare nell'età più avanzata uno di quei numerosissimi elementi di deposito, che hanno molti uffici speciali noti e molti anche ignoti, che possono essere sottratti senza notevole danno, almeno ad un esame quale può farsi in questi animali, che possono cagionare modificazioni funzionali e danni quando il deposito sia divenuto troppo cospicuo.

Così dunque a seconda degli animali, e nei cani a seconda delle razze è noto che l'età avanza con misura diversa, non tutti i cani, e del resto non tutti gli uomini che hanno il medesimo numero di anni o di mesi di età hanno anche il medesimo sviluppo biologico e possono dirsi egualmente lontani dalla morte concepita fisiologicamente fuori da alterazioni improvvise di organi o di tessuti. L'invecchiare si accompagna di certo al deposito di Ca. Lo scheletro dei vecchi, più leggero nella sua massa, più pesante nel suo peso specifico dimostra la perdita di una quantità di calce, che si distribuisce in tutti i tessuti, perchè lo stesso sangue ne è più ricco e però possiamo renderci conto di un più rapido deporsi del Ca nel cervello in alcune razze, di un più lento in certe altre, proprio così, se fosse lecito pensare ad una influenza di questo genere, come in alcuni, i processi di inibizione cerebrale si sviluppano e si manifestano dopo un lungo e duro lavoro di tempo e di esperienza e in altri si producono rapidamente e con breve sforzo!

Quanto al Mg troviamo nei neonati di questa serie un valore più basso del consueto ed il risultato è costante in tutti due i casi cioè a 0,0092 e 0,0094 con una media di 0,0093, mentre abbiamo veduto sempre una media di circa 0,015. È questo un fatto che s'associa allo scarso contenuto di Ca? Comunque sia vediamo che appena incominciata la vita extrauterina ritorna la cifra solita e si mantiene con qualche oscillazione e la si trova anche nel caso in cui il Ca aveva subito un così grave tracollo.

Precisamente come si è veduto nelle mie esperienze sotto l'azione del Na Cl diminuire il Ca anche del 50 % e non cambiarsi affatto il contenuto in Mg.

Nel cucciolo di questa serie ucciso a 3 mesi di età ho eseguito anche le determinazioni sul sangue ed ho trovato che il contenuto di Ca era di 0,00797 e quello di Mg di 0,00402.

Anche in questo caso la quantità di Ca del sangue si è mostrata inferiore a quella che ho trovato nei cani adulti e che ho segnato più sopra nelle cifre di 0,00543, mentre il Mg è presso a poco nei limiti consueti.

Si nota tuttavia che cotesto animale non si trovava in buone condizioni di salute e che precisamente per questo fu ucciso.

Una terza prova ho potuto compiere sopra 3 nati di una cagnetta che partorì anche essa il 2 Marzo 1911. Di questa che pure era bastarda del peso di kg 5,500 e si sgravò nella notte dall' 1 al 2 Marzo posso dire che si trovava in Laboratorio da parecchio tempo, portatami appunto perchè gravida, ma appena sull'inizio.

I neonati erano vispi e sani, pesavano anch' essi presso a poco tutti tre egualmente e cioè rispettivamente gr. 254, 246, 259, ne fu ucciso uno alle ore 16 del 2 Marzo, presso a poco dunque dopo 16 ore di vita extrauterina; gli altri due furono uccisi l'uno all'età di 23 giorni, l'altro di 45.

Tabella III.

Esperienza 2 Marzo 1911 Cagnetta di Kg. 5,500.

Peso del cane in gr.	Età sesso e condizioni speciali	Peso dell' encefalo in gr.	Contennto percentuale del cervello in	
			Ca	Mg
259	♂ ucciso 16 ore dopo la nascita	8, 10	0, 0249	0, 0166
960	♀ uccisa di 23 giorni.	28, 92	0, 00838	0, 0143
1000	♂ ucciso di 45 giorni.	42, 10	0, 00622	0, 0131

I particolari delle singole determinazioni sono segnati nella tabella III, nessun fatto degno di nota si verificò durante la vita dei due animali, nè in essi nè nella loro madre. Anche per questi come per tutti i precedenti si impedì che si avvicinassero al pasto della madre che veniva alimentata a parte.

Nessuna osservazione di confronto è possibile in questa serie riguardo al sesso, vediamo invece ripetuta nel neonato la cifra iniziale che rappresenta il contenuto del cervello in Ca, quale si notò nei neonati della prima esperienza. In questo la cifra raggiunse 0,0249 e nella media dei due primi di quella esperienza si era trovato 0,0252. E tale fatto deve essere proprio connesso ad una caratteristica di razza e non ad altre condizioni, che non furono affatto rilevabili

Si sarebbe potuto pensare ad influenza dell'alimentazione in quanto i neonati della seconda esperienza furono uccisi prima che si appendessero alla mammella, mentre quelli delle altre due esperienze poterono poppare 4 ore gli uni e circa 16 l'altro. Ma se si osservi che in tutte le prove il contenuto di Ca diminuì tanto più, quanto più a lungo il

cane fu lasciato presso la madre e che invece i neonati della seconda esperienza che non popparono affatto presentavano il minimo di Ca nel cervello si vedrà che anche cotesta influenza non è ammissibile.

Nel secondo cagnetto, preso in esame a 23 giorni di età, si è trovata precisamente come nella prima esperienza una diminuzione enorme del contenuto di calcio, che anche qui è ridotta a un terzo del suo valore iniziale. Nell'animale lasciato in vita 45 giorni, la diminuzione è ancora più cospicua essendosi ridotto ad $\frac{1}{4}$ il contenuto del cervello in calcio.

Quanto al magnesio non troviamo al solito differenze notevoli, non potendo ricorrere a medie di almeno 2 casi si trovano naturalmente delle variazioni individuali, ma esse si conservarono sempre nei limiti che ho già dimostrato doversi ritenere per fisiologici.

Una quarta prova mi è stata data dalle determinazioni sopra due cagnetti consegnati insieme al laboratorio appena presi alla madre che li allattava da circa 3 mesi. L'uno di essi morì naturalmente, si trovò nel cavo peritoneale un trassudato sanguigno in quantità di circa 200 cc. Forse il piccolo cane era caduto a chi lo aveva portato o aveva subito qualche violenza, il fatto è che rimase in laboratorio poche ore e appena morto ne fu estratto l'encefalo nel modo consueto procedendosi alla determinazione chimica.

Il fratello fu tenuto in vita altri 25 giorni e si uccise per iniezione ad aria nella giugulare. La razza cui i due cuccioli appartenevano era pure bastarda, ma evidentemente bracca.

Nella tabella IV sono esposte le particolarità di queste due prove.

Tabella IV.

Esperienza 3ª — 28 Dicembre 1911.

Peso del cane in gr.	Età, sesso e condizioni speciali	Peso del cervello in gr.	Contenuto percentuale in	
			Ca	Mg
5000	♂ morto naturalmente di 3 mesi.	68, 77	0, 0188	0, 0147
7500	♂ ucciso di 3 mesi e 25 giorni.	71, 60	0, 0104	0, 0157

Anche in questi due gemelli si sono dimostrati all'evidenza i fatti sopra esposti. Dacchè innanzi tutto è il raffronto fra i due animali quello di cui si deve tener calcolo e non il valore assoluto del contenuto cerebrale. Questo tuttavia resta sempre nei limiti che ho già indicato come normali, e fa pensare che i cani fossero più giovani di quello che a me fu riferito dai pochissimo scrupolosi fornitori dei nostri laboratori.

Il magnesio come al solito si conservò nei limiti ordinari ed anche questa prova rappresenta una ulteriore conferma di quanto ho asserito in argomento.

Osserviamo ora in due animali che ho potuto procurarmi di età avanzata e cioè per l'uno asserita in 8 anni, per l'altro in 10 il contenuto cerebrale in Ca e in Mg. In essi ho pure eseguito le determinazioni sul sangue.

Uno degli animali che furono oggetto di esperienza era una femmina bracca bastarda che pesava kg. 33,500, che si presentava in ottime condizioni di salute aveva una temperatura rettale di 38,7 un pannicolo adiposo ben sviluppato, si asseriva avesse l'età di 8 anni e si consegnava al laboratorio perchè giudicata erniosa. Invece si trovarono nelle mammelle numerosi tumori di consistenza lapidea, uno dei quali grosso quanto un ovo di gallina.

L'animale fu tenuto a digiuno per 24 ore e poi ucciso per dissanguamento. L'esame necroscopico non dimostrò lesioni anatomo-patologiche rilevabili.

L'altro animale era pure di razza bracca, ma bastardo si asseriva che avesse 15 anni, ma forse non ne aveva che 10, non presentava disturbi di sorta, tenuto digiuno per 12 ore fu pure ucciso per dissanguamento e non si trovarono alla necroscopia lesioni degne di nota.

Le determinazioni sono segnate nel quadro che segue.

Tabella V.

Esperienze 31 Gennaio 1912. Cani vecchi.

Peso del cane in Cg.	Età e sesso	Peso dell' encefalo in gr.	Contenuto percentuale del cervello in		Contenuto percentuale del sangue in	
			Ca	Mg	Ca	Mg
33, 500	♀ 8 anni.	95,55	0, 0409	0, 0157	0, 00555	0, 00744
16, —	♂ 10 anni.	90, 65	0, 0 81	0, 0157	0, 0071	0, 0045

Non vi è bisogno di illustrazione speciale ai risultati esposti. Il contenuto del cervello in Ca fu elevatissimo, quale non si riscontrò in nessuno dei cani giovani che ho studiato in queste ricerche, quale potei notare solamente in uno o due di quelli che esaminai tempo addietro senza tener conto preciso dell' età rispettiva dell'animale.

I due valori sono troppo lontani fra loro per unirli in una media, ma comunqne, sono entrambi assai elevati e permettono di stabilire che nell'età più avanzata ritorna il cervello a presentare un forte deposito di calcio se pure non lo aumenta.

Al solito il Mg si trovò nella cifra più volte notata, che par stereotipata.

Infine nel sangue trovammo differenze cospicue tanto nel contenuto in calcio quanto e più in quello di Mg che in un cane fu determinato in quantità doppia quasi che nell' altro.

Infine desidero mettere in vista un risultato trovato in animale che aveva servito per dimostrazione di scuola, era stato cioè avvelenato con K Cl introdotto nella giugulare. Si erano introdotti prima 210 c.c. di soluzione all'1 % di K Cl senza averne avuto fenomeni di sorta. Dopo una mezz'ora si iniettarono 52 cc. di soluzione al 5 % che determinarono rapidamente la morte per paralisi cardiaca sebbene l'iniezione fosse eseguita lentamente, in un minuto primo, e il cane pesasse 31 chilogr.

Era questo un cane danese di 7 o 8 anni di età nel quale si riscontrò alla necroscopia un versamento sieroso poco abbondante nella cavità pleurica destra.

L'encefalo pesava gr. 74,72, si noti di quanto inferiore ai due cani di cui abbiamo detto più innanzi, uno dei quali pesava presso a poco lo stesso cioè 33 kg. e l'altro appena la metà cioè 16 kg. Il contenuto di Ca fu appena di 0,0119 % e quello di Mg 0,0150.

Ho citato questo caso per iscrupolo di sperimentatore, trattandosi di cane pure abbastanza vecchio e con contenuto debolissimo di Ca, ma secondo me dovuto alle iniezioni endovenose di K Cl. L'animale ricevette infatti fra prima e poi gr. 4,70 di K Cl, che riferiti al suo peso darebbero già un rapporto di gr. 0,14 per kg. di cane, mentre si è veduto che per il Na Cl introdotto nelle mie esperienze per le arterie o in via ipodermica o gastrica bastarono dosi varie da 0,048 a 0,10 per kg. di cane per produrre il fenomeno della decalcificazione cerebrale.

Io credo quindi che sia giusta la mia interpretazione che cioè il K Cl introdotto nella giugulare abbia prodotto una rapida perdita di Ca nel cervello, nello stesso tempo però in cui dava luogo ai fenomeni tossici che gli sono propri e che si rivelarono, si noti bene, solamente allora, quando una dose più cospicua di sale traversò in concentrazione più forte il cuore e vi esercitò la sua azione caratteristica. Sarebbe lecito per questa esperienza il pensare che la sola aggiunta di cloruro potassico alle soluzioni fisiologiche da usarsi nella ipodermoclisi, non impedisca affatto l'azione decalcificante, che ha dimostrato nel cervello, ma che sono convinto debba prodursi da più a meno in tutti i tessuti ed organi, con rapidità maggiore o minore solamente riferibile alla maggiore o minore vascolarizzazione.

Esperienze sulle cavie.

Ho eseguito queste prove sopra gruppi di animali, perchè la piccola mole della sostanza encefalica non avrebbe dato nessuna sicurezza di risultato o almeno avrebbe reso dubbi i risultati delle singole determinazioni.

Gli animali usufruiti a quest'uopo sono stati feti a termine tolti dalla madre poco prima del parto e così certamente vitali, che dopo l'estrazione camminavano sul tavolo. Due prove furono eseguite su due gruppi di feti in queste condizioni, una sopra tre piccole cavie nate da 3 giorni, un'altra sopra 2 animali di circa un mese di età, un'altra sopra 2 più avanzate ancora, tanto che l'una era in principio di gravidanza, ed un'ultima sopra un gruppo di 3 grossi maschi di circa 3 anni di età. Ho scelto i maschi perchè le femmine in taluni periodi specialmente di estate quando figliano più frequentemente è da ritenersi siano in condizioni anomale di nutrizione, molto più sapendosi dalle osservazioni

del Fritsch che precisamente nella gravidanza, almeno nella donna, si ha ritenzione di calce, la quale si trova diminuita nella eliminazione per le urine e può bensì accumularsi solamente nel deposito ordinario cioè nelle ossa, ma eventualmente avrebbe potuto produrre un aumento anche nel cervello, non più attribuibile all'età, ma alla condizione speciale della gravidanza.

La cavia adulta, che trovai gravida, portava appena un feto era quindi forse al primo parto ed inoltre all'inizio del medesimo e presumibilmente modificazioni nel contenuto di Ca non dovrebbero essersi verificate.

Nella tabella VI, sono riunite tutte le determinazioni sopra le cavie.

Tabella VI.

Esperienze sopra cavie di varia età.

Peso degli animali singoli in gr.	Età e sesso	Peso degli encefali in gr.	Contenuto percentuale del cervello in	
			Ca	Mg
88 - 86 - 80	Feti a termine	7, 62	0, 0123	0, 016
90 - 84,5 - 87	Feti a termine	7, 50	0, 0141	0, 0186
80	Cavie di 3 giorni di età	2, 50	0,0263	0,0181
65		2, 50		
75		2, 80		
177	Cavie di 30 giorni	3, —	0, 0409	0, 0154
189		3, 10		
492	♂ 3 mesi	3, 90	0, 0407	0,0203
502	♀ 3 mesi	3. 70		
600	♂	4, 02	0, 1963	0,0191
575	♂ 3 anni	4, —		
480	♂	3, 42		

Le prove eseguite sopra feti di due portate, ciascuna di 3 individui e quindi ancor più attendibili hanno dimostrato un contenuto di Ca cerebrale che può stare come media dei valori trovati nel cane. Le due cifre che riguardano le cavie sono del resto molto vicine come si vede e la loro media darebbe 0,013 %. Appena portiamo la nostra attenzione

sopra cavie di qualche giorno, nel nostro caso di 3, vediamo un fatto inaspettato, specialmente in confronto con quello che abbiamo più volte trovato nei cani e cioè un aumento rapido e notevole della quantità di calcio, che è addirittura raddoppiata, è salita cioè a 0,0263.

Se esaminiamo le cavie di un mese troviamo che la percentuale del Ca è aumentata ancora più fino a 0,0409 cioè ad una cifra tripla di quella della nascita.

Cotesto valore si mantiene allora, anche quando l'animale è adulto ed atto alla vita sessuale, vediamo infatti che nelle cavie di 3 mesi maschi e femmine si trova ancora la cifra di 0,0407, che può dirsi eguale a quella trovata nelle cavie di un mese cioè 0,0409

Se ora guardiamo alle cavie vecchie sulle quali non abbia agito nessuna altra influenza almeno presumibile, perchè esse erano rimaste sempre in laboratorio in perfetta salute, osserviamo che la percentuale del Ca rilevata sopra 3 animali è elevatissima cioè 0,1963, più che decupla di quella iniziale alla nascita.

Riguardo al Mg sebbene in generale nelle diverse età le cifre sieno un po' più alte che nei cani fino a raggiungere 0,020 non vediamo che esistano differenze molto cospicue nelle diverse età essendosi trovato ad esempio in un gruppo di feti a termine 0,0186 e nelle cavie vecchie di 3 anni 0,0191.

La legge che regola la distribuzione del Mg nel cervello si mantiene dunque per le cavie come per i cani.

*
* *

Se consideriamo ora complessivamente i risultati di queste esperienze dobbiamo riconoscere la profonda differenza che si nota fra il reperto nei cani e quello nelle cavie.

I cani nascono con un contenuto cerebrale elevatissimo di calcio, che solamente nella vecchiaia potranno ripresentare e che potrà anche raddoppiarsi quasi unicamente in questo momento della loro vita.

Ma dalla nascita fino all'età adulta il contenuto cerebrale di calcio nei cani va diminuendo mano mano, anche sorpassato il periodo dell'allattamento cioè fino a 3 mesi d'età.

Invece le cavie nascono con un contenuto cerebrale minimo di calcio, l'aumentano rapidissimamente poco dopo la nascita e l'aumento continua fino ad un mese circa di età. D'allora esso si mantiene costante fino all'età adulta.

Quando sopraviene la vecchiaia o almeno l'età più avanzata, l'aumento del Ca nel cervello si rende anche maggiore finchè la percentuale nel cervello può divenire decupla di quella verificata al momento della nascita.

Coteste differenze nei diversi animali e nelle diverse età ci rendono conto perfettamente dei risultati molto diversi trovati dai vari autori e delle apparenti contraddizioni, che abbiamo rilevato più sopra.

Innanzi tutto trattandosi di cani bisogna confrontare fra loro animali della stessa portata, non sarà neppure giusto confrontare quelli ottenuti dalla medesima madre in varie portate, perchè il talamo nei cani è troppo insidiato o meglio non esiste neanche nelle

razze pure. In secondo luogo non si dovrà confrontare quel che avviene fra i cani, con quello che succede negli altri mammiferi date le differenze profonde che abbiamo trovato solamente saggiando cani e cavie.

Il significato fisiologico di questi miei risultati è connesso secondo me all'alimentazione del neonato nelle due diverse specie di animali.

Io credo che possa estendersi il risultato delle mie esperienze anche ad altre specie che io non ho studiato.

Il cane, come il gatto, come il coniglio, come l'uomo cresce per un tempo più o meno lungo a spese del latte materno senza cibarsi altrimenti. Esso non abbandona libero la madre in cerca di cibo perchè è debole e inerte e la ricchezza in calcio del suo cervello, trovata del resto anche nell'uomo, può rendere conto della ineccitabilità osservata da Albertoni, Soltmann, Tarchanoff, laddove questa non si sarebbe spiegata coi risultati di Voit, Dhéré e Grimmé se non negando al calcio l'azione depressiva che esso indubbiamente possiede.

L'alimentazione lattea esclusiva non fornisce all'organismo sufficiente quantità di calce, sicchè data la richiesta enorme del sistema osseo e la oscillazione invece che io dimostrai essere ben tollerata nel cervello, si comprende come questo possa senza danno impoverirsi in calce.

La cavia invece, come in parte fanno il vitello e il puledro, appena nata può allontanarsi dalla madre, a poche ore di età essa si cerca un po' di cibo oltre il latte materno e può quindi introdurre dal di fuori la calce di cui ha bisogno per i suoi tessuti e precisamente per il sistema osseo.

E questo fenomeno da noi messo in vista spiega bene quello che è stato visto da Albertoni, cioè che le cavie neonate a differenza dei conigli cadono in convulsioni epilettiformi sotto eccitamento elettrico della corteccia cerebrale, spiega bene il fatto che le cavie nascono può dirsi adulte, con gli occhi aperti, col rosso retinico già sviluppato. Il Tarchanoff 37) ha veduto che i centri corticali delle cavie neonate sono eccitabili e che il loro sistema nervoso è più sviluppato dalla nascita di quello dei cani e conigli ed inoltre che il cervello contiene il 5% di più di sostanze solide.

Col sopravvenire della vecchiaia segue anche per la cavia un aumento del Ca nel cervello ed esso è elevatissimo fino a decuplicarsi in confronto della quantità determinata nel neonato, fatto che nel cane non si produce nello stesso grado.

Quanto al magnesio merita menzione il fenomeno così costantemente riprodotto, del contenuto sempre eguale dimostratosi nel cervello. Sapendosi la straordinaria azione depressiva di questo elemento, mi pare che il mantenersi di esso, entro limiti molto ristretti, ad un contenuto piccolo e costante, quale si è dimostrato, sia una prova ulteriore di quei fenomeni di auto-regolazione, cui assistiamo ogni giorno e che sono fondati sopra ogni sorta di interventi, chimici, fisici, biologici e permettono quel complesso ammirevole di fatti che è la vita.

Conchiusioni.

I cani possiedono alla nascita una massima quantità di calce nel cervello, la perdono dopo la nascita fin verso l'età adulta.

Da questa alla vecchiaia la calce torna ad aumentare, fin a divenire circa il doppio di quella che si trovava nel neonato.

Le cavie alla nascita hanno un minimo di calce nel cervello, l'accrescono immediatamente dopo ed in modo continuo e progressivo fino all'età adulta cioè verso i 3 mesi di età.

Colla vecchiaia l'aumento si fa molto più cospicuo che nel cane, sicchè il contenuto di calce può superare nella cavia vecchia il decuplo di quel che era nella neonata.

Il fatto che la calce è abbondante nel cervello dei cani neonati, è scarsissima in quello delle cavie neonate può essere messo in rapporto con la ineccitabilità del cervello dei cani, con la eccitabilità normale di quello delle cavie alla nascita.

NOTE BIBLIOGRAFICHE

1) Ivo Novi. *Azione disintegrante del cloruro sodico sul cervello.* Memorie della R. Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna 1910, Serie VI, tomo VII.

— Lo stesso. *Azione disintegrante cerebrale del cloruro sodico in soluzioni fisiologiche.* — Ibidem 1911, Serie VI, tomo VIII.

2) F. S. Locke. *Notiz über den Einfluss physiologischer Kochsalzlösungen auf die elektrische Erregbarkeit von Muskel und Nerven.* Pflüger 's Archiv. 1893, vol. LIV, pag. 508.

3) F. S. Locke. *Artificial fluide as uninjurious as possible to animal tissues.* The Boston medical and surgical journal 1896, N. 13, Centralbl. für Physiologie, vol. X, pag. 514.

4) W. S. Lazarus-Barlow. *On the initial rate of osmosis of blood-serum with reference to the composition of « physiological saline solution » in mammals.* Journal of Physiology, vol. XX, pag. 145.

5) H. Cushing. *Concerning the poisonous effect of pure sodium chloride solutions upon the nerve-muscle preparation.* American Journal of Physiology, vol. VI, pag. 77. Centralbl. für Physiologie 1901, vol. XV, pag. 723.

6) F. S. Locke. *Bemerkungen zu zwei Mittheilungen aus dem Berner physiologischen Institute.* Centralbl. für Physiologie 1901, vol. XV, pag. 537.

7) Don R. Joseph and S. I. Meltzer, *Contributions to our knowledge of the action of sodium and calcium upon the direct and indirect irritability of the muscles of the frog.* The American Journal of Physiology, 1911, vol. XXIX, pag. 1-31.

8) D.r Hans Januschke. *Ueber die Aüfhebung der Oxalsäure-vergiftung am Frosch und das Wesen der oxalsaüre-wirkung.* Archiv. für experim. Path. und Pharm. 1909, vol. LXI, pag. 363-375.

9) B. Chiari und A. Fröhlich. *Erregbarkeit's Aenderung des vegetativen nervensystems durch Kalkentziehung.* Arch. für exp. Path. u. Pharmak, 1911, vol. LXIV, pag. 225-227.

10) Clemens Hörhammer. *Untersuchungen über den Kalkgehalt des Zellkerns.* Biochem. Zeitschrift, vol. 39, pag. 270-279.

11) P. Rona und P. Takahaski. *Ueber das Verhalten des Calcium im Serum und über den Gehalt der Blutkörperchen an Calcium.* Biochem. Zeitschrift 1911, vol. XXXI, pag. 336.

12) Oswald Loew. *Ueber die physiologische Rolle der Calciumsalze.* Münchener Medicinische Wochenschrift, vol. LVII, pag. 2572-74.

13) Jacques Loeb und H. Wasteneys. *Ueber die Entgiftung von Kaliumsalzen durch die Salze von Calcium und anderen Erdalkalimetallen.* Biochem. Zeitschrift. vol. XXXII, pag. 308.

14) Jacques Loeb. *Die Erhöhung der Giftwirkung von KCl durch niedrige Concentrationen von Na Cl.* Biochem. Zeitschrift, 1911, vol. XXXII, pag. 155.

15) Ivo Novi. *Influenza del Cloruro di Sodio sulla composizione chimica del cervello.* Bullettino delle scienze Mediche, Bologna 1890, Serie VII, vol. I.

16) J. Loeb und H. Wasteneys. *Entgiftung von Kaliumsalzen durch Natriumsalze.* Biochem. Zeitschrift, vol. XXXI, pag. 450 - Centralbl. für Physiologie, vol. XXV, pag. 304.

17) Jacques Loeb. *Die Abhängigkeit der relativen Giftigkeit von Na e Ca von der Natur des Anions.* - Biochem. Zeitschrift, vol. XXXIX, pag. 194-199.

18) Zoltán Adler. *Ueber den Einfluss der Alkalien auf den Kalkansatz beim Kinde.* Monatschrift für Kinderheilkunde Bd. V 180-85, Maly's Jahresber, XXXVI. pag. 584.

19) Rudolph Neurath. *Ueber die Bedeutung der Kalksalze für den Organismus des Kindes unter physiologischen und pathologischen Bedingungen.* Zeitschrift für Kinderheilkunde, vol. I, pag. 1-42, Maly's Jahresber, vol. 60, pag. 545.

20) N. Voorhoeve. *Beiträge zum Kalkstoffwechsel - II Mittheilung. - Der Kalkgehalt des menschlichen Blutes nach Verabreichung grosser Dosen Kalk per os.* - Biochem. Zeitschrift, 1911, vol. XXXII, pag. 394.

21) Martin Kochmann. *Ueber die Abhängigkeit des Kalkstoffwechsel von den organischen Nahrungs-componenten beim erwachsenen Hunde, nebst Bemerkungen ueber den Stoffumsatz des Phosphorsaüre und der Magnesia.* - Biochem. Zeitschrift, 1911, vol. XXXVIII, pag. 361.

22) Lo stesso. *Wirkung des Phosphors auf den Kalkstoffwechsel des Hundes.* Biochem. Zeitschrift 1912, vol. XXXIX, pag. 81-87.

23) Walter Freund. *Zur Kenntniss des Kalk und Fett-Stoffwechsel in Sauglingsalter.* Biochem-Zeitschrift, Vol. XVI, pag. 453-472.

24) Sinnhuber. *Ueber die Beziehungen der Thymus zum Kalkstoffwechsel.* Zeitschrift f. Klinische Medicin. LIV, pag. 38. Centralbl. für Physiologie, Vol. XIX, pag. 223.

25) J. Rosenstern. *Calcium und Spasmophilie.* Jahresber. für Kinderheilkunde. Vol. 72, pag. 154-79.

26) G. M. Piccinini. *Proprietà fisiche, chimiche e fisiologiche delle acque naturali salate iodifere - Sovrana, Preziosa, Vittoria.* - Arch. di farmacologia e Scienze affini, XIV, 1912.

27) Maurice Loeper et J. Béchamp. *Sur le teneur du sang en calcium en quelques conditions pathologiques.* - Compt. rend, de la soc. de biolog., Vol. 69, pag. 113.

28) F. Savornat et M. Rebattu. *Action de la tuberculose sur la mineralisation des cobayes. — Action su la teneur en mineraux.* Comptes-rendus de la societé de biologie. Vol. 69, pag. 127.

29) H. I. Hamburger. *Ueber den Einfluss sehr geringer Calciummengen auf die Bewegungen der Phagocyten* (Relatore prof. Fano). Relazione sull'VIII congresso internazionale dei Fisiologi a Vienna 1910. Archivio di Fisiologia, Vol. IX, pag. 173.

Lo stesso. *Der Einfluss geringer Calciummengen auf die Bewegung der Phagocyten.* Maly's Jahresberichte. Vol. XL, pag. 177.

30) Dr. Amy Kindborg. *Ueber Bakterienwachstum auf Kalkhaltigen Nährboden.* Berlin. Klin. Wochenschrift 1911, Vol. XLVIII, pag. 1800. Therap. Monatshefte 1911, pag. 741.

31) Bonnamour, Imbert, Jourdan. *Action diuretique et declorurante des Chlorure de Calcium.* Lyon medical 1911, pag. 148.

Georges Vitry. *L'action du Chlorure de Calcium sur la diurèse dans les nephritiques.* La Presse médicale 1911. Therap. Monatshefte 1911, pag. 636.

32) S. W. Patterson. *A contribution to the study of Calcium metabolism.* Biochemical Journal III 1-2, pag. 39. Centralbl. für Physiologie XXII, pag. 127-128.

33) A. Magnus Levy *Ueber den gehalt normaler menschlicher organe an Chlor, Calcium, Magnesium und Eisen sowie an Wasser, Eiweiss und Fett.* Biochemische Zeitschrift. Vol. XXIV, pag. 363-80.

34) E. Gley et A. Richard. *La teneur en calcium du muscle cardiaque.* Recherches faites sur le coeur du lapin et sur celui du chien. Journal de la physiologie, XII, pag. 673.

35) Ch. Dhéré et G. L. Grimmé. *Influence de l'âge sur la teneur du sang en Calcium.* Comp rend. de la societé de Biolog. Vol. 22, pag. 1022.

36) Ch. Dhéré et G. L. Grimmé. *La teneur en Calcium du nevraxe.* Compt. rend. de la societé de Biologie. LX 24, pag. 1119.

37) J. De Tarchanoff. *Étude sur les centres psychomoteurs des animaux nouveaunés et sur leur développement dans différentes conditions.* — Centralbl. für Medic. Wissenschaften 1879, pag. 141.

NOTE GEOLOGICHE INTORNO ALLA SORGENTE TERMO-MINERALE DI BAGNO VIGNONI IN VAL D'ORCIA

MEMORIA

DEL

PROF. VITTORIO SIMONELLI

(letta nella Sessione del 26 Maggio 1912).

La sorgente termo-minerale di Bagno Vignoni in Val d'Orcia rivaleggia per antichità di fama con le più celebri, per grandiosità con le più spettacolose fra le innumerevoli sorgenti congeneri di Toscana e d'Italia. La sua « letteratura » principia con l'iscrizione votiva che un liberto romano, Lucio Trebonio Paterno, consacrava, or son due millenni, alle Ninfe tutelari del Bagno. Della sua riputazione nel Medio Evo fan testimonianza i provvedimenti onde fu oggetto continuo pel Magistrato del Comune di Siena. Conta fra i suoi illustratori valentuomini come Simone di Iacomo Tondi, a cominciar dal più antico (1334) come Michele Savonarola, Ugolino da Monte Catino, Andrea Baccio tra il 1500 e il 600: cui succedono, nel secolo decimo ottavo, Teofilo Grifoni e Giorgio Santi; nel decimonono Giuseppe Giulj, Luciano Bonaparte, Antonio Targioni, Antonio Stoppani, Bernardino Lotti.

Dobbiamo al Lotti preziose informazioni circa le condizioni geologiche della sorgente di Bagno Vignoni. Fra l'altro, a lui spetta il merito di aver segnalato, nelle immediate vicinanze del Bagno, un affioramento di terreni mesozoici, che prima nessuno aveva mai, non dico visto, ma neppur sospettato. Vorremmo bene sapere, circa i molti problemi inerenti alle terme vignonesi, tanto quanto il Lotti ci ha rivelato intorno alla costituzione dei terreni frammezzo a cui scaturiscono. Chè in fatto, per esempio, della composizione dell'acqua termale, ci convien tutt'oggi ricorrere all'analisi del Bonaparte e del Targioni, vecchia di più che settant'anni; e circa la natura e la funzione degli organismi onde l'acqua medesima è popolata, non abbiamo altre notizie che quelle date dal Giulj nel 1833 sopra il *Batricospermo* (sic) *della Gran Vasca dei Bagni di Vignoni;* più un cataloghetto di alghe, pubblicato dal Prof. Flaminio Tassi or son circa venti anni. Certo è però che, anche dal solo punto di vista stratigrafico, malgrado le accurate e sagacissime indagini del Lotti, molto ci resta sempre da studiare e da discutere. Di ciò mi son convinto dietro visite replicate che ho fatto di recente a Bagno Vignoni e dintorni: visite onde mi accingo a riferire particolareggiatamente i risultati.

Rammento di volo le condizioni topografiche delle terme vignonesi.

Il caseggiato del Bagno occupa la spianata di un gradino travertinoso sorgente sulla destra dell'Orcia, all'ingresso della gola che sia fra il poggio di Santo Sano e il poggio della Rocca; gola dentro cui l'Orcia è d'improvviso costretta, dopo aver divagato libera per l'ampia distesa delle crete pientine. Nel bel mezzo del caseggiato è una gran vasca quadrilatera, larga 27 metri e lunga 49, scavata nel crostone travertinoso che forma tutto intorno il sottosuolo, e da quel crostone in su spondeggiata da un robusto parapetto in muratura. Dal fondo di quella vasca erompe per più polle l'acqua termale, commista a quantità grandissima di gas, fra cui primeggia l'anidride carbonica.

Al tempo del Giulj, quanto dire un'ottantina d'anni or sono, la gran sorgente dava, ogni minuto primo, 54 barili d'acqua termale: barili toscani da 140 libbre, ossia da litri 47,530 l'uno. La portata al 1″ veniva quindi ad essere di litri 42,777. Per misurare la portata della sorgente al dì d'oggi, ho fatto alla meglio qualche prova io medesimo, col metodo primitivissimo del galleggiante semplice. Mi son valso del gorello che fa da emissario alla gigantesca piscina: un canale scoperto, quasi rettilineo, a sezione discretamente uniforme e a pendenza quasi insensibile per un tratto di oltre cento metri. Nel filone del gorello ho trovato pel galleggiante una velocità di m. 0,55 al 1″: essendo l'area media della sezione bagnata pari a cm². 944, dopo ridotta di $\frac{1}{5}$ la velocitá superficiale, come si usa nelle valutazioni spicciative, la portata verrebbe ad essere di litri 41,536 al 1″. Cifra, come si vede, che si accorda bene abbastanza con quella fornita dal Giuli.

Se nessun cambiamento notevole sembra sia intervenuto nella portata della sorgente, una variazione sensibilissima progressiva pare abbia avuto luogo, durante l'ultimo centennio, nella temperatura dell'acqua che la sorgente fornisce.

La più antica misurazione in proposito venne fatta nel 1793 dal Professor Giorgio Santi (1). Egli trovò che « il calor dell'acqua del Vascone osservato all'ombra, in agosto, giungeva a 35 gradi ». S'intende 35° reaumuriani, pari a 43°,75 centigradi.

In base ad osservazioni fatte a due riprese, nell'estate del 1827 e in quella del 1830, Giuseppe Giulj (2) assegnava all'acqua del Vascone la temperatura di gradi 36, sempre reaumuriani, pari dunque a 45° C. Una trentina di anni dopo, la temperatura saliva a 46°,25 C.: ce l'assicura un osservatore coscienziosissimo, Giovanni Campani (3). Il Lotti recentemente, nel magistrale suo libro « Geologia della Toscana » (4) attribuisce alle acque vignonesi una temperatura di 49° C.: e questa temperatura ho riscontrato replicatamente io medesimo presso le sponde del Vascone, circa due palmi sotto il pelo dell'acqua, nelle visite fatte al Bagno l'ultima e la penultima estate. Si avverta però che la temperatura dell'acqua è notevolmente più alta se misurata nei *bollori* corrispondenti alle scaturigini di questa. Nel più cospicuo di essi bollori, largo, giudicando ad occhio, un metro all'in-

---

(1) Santi G. Viaggio secondo per la Toscana. Pisa 1798. Pag. 282.

(2) Giulj G. Storia naturale di tutte l'acque minerali di Toscana. Tomo secondo. Siena, 1833.

(3) Campani G. Sulla costituzione geologica e sulle acque minerali e potabili della provincia di Siena.

(4) Memorie descrittive della Carta Geol. d'Italia. Vol. XIII, pag. 241. Roma, 1910.

circa ed alto non meno di venti centimetri, ho visto il termometro salire rapidamente fino a 52° C.

Come è cambiata la temperatura da poche diecine d'anni a questa parte, così pure la composizione dell'acqua minerale non è certo oggi quella che dovette essere in passato; in un passato, intendiamoci, assai più lontano. In origine la sorgente vignonese doveva essere ricca preponderantemente di bicarbonato di calcio; prova, i depositi ingenti di spugnone e i banchi di travertino, formatisi nella spianata intorno alle sue polle e su tutto il declivio dove un tempo le sue acque spagliavano prima di perdersi nell'Orcia. Sono i banchi di ottimo travertino onde Pio II fece togliere il materiale pel magnifico duomo della sua Pienza: coltivati già ininterrottamente da molti secoli prima, senza interruzione utimati nei secoli dopo, eppure anche al dì d'oggi lontani assai dall'esaurimento. Non certo avrebbe potuto dar luogo a così potenti depositi, in limiti di tempo verosimili, un'acqua mineralizzata come quella che presentemente forniscon le polle vignonesi. L'analisi fatta nel 1839 dal Principe di Canino e dal Targioni Tozzetti veniva a queste conclusioni: peso specifico dell'Acqua del Vascone = 1,002: peso totale delle materie disciolte in un kgr. di detta acqua = gr. 4,6976; predominante fra dette materie il solfato di magnesia e il solfato di calce: gr. 1,3948 del primo, gr. 0,7055 del secondo, su 1000 gr. d'acqua minerale; solo 0,0143 di carbonato di calce; ripartibile il restante delle materie disciolte fra acido carbonico libero, cloruro sodico (0,4588) carbonato di ferro (0,2657) materia organica (0,2087) solfato di soda (0,0669) e silice. È vecchia, stravecchia, quest'analisi; ma si accorda mirabilmente con le risultanze da me ottenute allo stesso proposito per tutt'altre vie. Esaminando al microscopio la pellicola che si forma alla superficie dell'acqua minerale dopo breve soggiorno in vasi aperti, a temperatura ordinaria, come anche il tenue sedimento che l'acqua depone in pari circostanze, ho trovato che entrambi sono costituiti quasi per intero da cristalli minutissimi di selenite: di calcite e di aragonite nessuna traccia sicura. Insignificante il deposito che l'acqua lascia nel suo percorso attuale dal Vascone all'Orcia: tanto che i gorelli e le gore in servizio dei mulini che la gran sorgente alimenta, non richiedono opera alcuna di espurgo.

In un tempo, almeno geologicamente, punto remoto, polle copiose di acqua termo-minerale, riccamente fornita di carbonato di calcio, scaturivano in una località posta soli 800 m. a S. O. di Bagno Vignoni; a mezza costa del poggio che scende all'Orcia fra il Bagno e le Coroglie, e che i paesani decoran col nome di Poggione delle Querciuole. Quivi, in un ripiano che altimetricamente è press'a poco allo stesso livello del Bagno, ci capita nuovamente un crostone di calcari crenogeni: spugnone a luoghi, a luoghi buon travertino. Di consimile incrostazione vediamo impellicciate le balze che da quel ripiano calano all'Orcia subito a mezzogiorno, e le pendici che a dette balze fan seguito verso ponente, per mezzo chilometro vantaggiato. Nel ripiano si notan due spaccature: diretta l'una da N. a S. e seguibile ininterrottamente per circa 120 m.; diretta l'altra da N. N. O. a S. S. E. e lunga circa 80 m.: larghe una e l'altra, dove son più larghe, poco più di un decimetro. Son le spaccature, evidentemente, che in passato dettero adito alle acque termo-minerali formatrici delle incrostazioni sopraccennate. Sui due lati di

esse spaccature i crostoni calcarei son disposti di frequente come le due gambe di un minuscolo anticlinale, precisamente come le incrostazioni « en dos d'âne » riscontrate dal De Launay (1) in corrispondenza delle fessure termali di Hammam-Meskoutine in Algeria. Di qua e di là da esse spaccature si veggono in più luoghi, disposte a gradinata, vaschette semicircolari più o meno ampie, sempre bassissime d'orlo, col fondo piatto ma lievemente increspato, uguali precise a quelle che si formano abitualmente sul percorso di acque bicarbonate spaglianti sopra non troppo risentiti pendii.

Se da tali spaccature non vien più fuori acqua termale, continua sempre a venir fuori vapor d'acqua, e caldo notevolmente. I guardianelli di pecore del Vignonese lo sanno, e nei gelidi mattini d'inverno profittan del tepore dei *crettoni* per stirizzirsi le mani. — A metà circa della spaccatura maggiore ho riscontrato, l'ottobre dell'anno scorso, una temperatura di 26° C. mentre all'aria esterna il termometro segnava soltanto 14°,5. Ho riscontrato in quella stessa occasione che dal cretto non veniva fuori altro che un po' di vapor d'acqua: nessuna traccia avvertibile nè di anidride carbonica nè di acido solfidrico.

È tempo che io venga a dire della struttura geologica del Vignonese.

Singolarità principalissima del territorio contiguo alle terme di Vignoni è la presenza del minuscolo isolotto, indiscutibilmente mesozoico, che già dissi essere stato segnalato parecchi anni addietro dal Lotti (2). Fisso, per buone ragioni, nell'idea che le sorgenti termali della Catena metallifera dovessero tutte restare immediatamente, o quasi, al contatto dell'Eocene con affioramenti di terreni mesozoici, giustamente il Lotti si rallegrò quando ebbe a scoprire, quasi subito accosto al Bagno, una serie, a parer suo completa, di rocce secondarie. Chè prima in quel territorio nessuno aveva mai saputo esistessero sedimenti più antichi dell'Eocene.

Circa 600 metri a S. O. delle terme di Vignoni è il culmine del dosso rupestre accennato poco addietro col nome di Poggione delle Querciuole. Tal dosso si allunga bene individualizzato per quasi un quarto di chilometro in direzione meridiana, raccordandosi a N. con le falde meridionali del colle di Vignoni alto, degradando a S. fino al ripiano travertinoso dove dicevo riscontrarsi lunghissime spaccature tutt'oggi esalanti vapori caldi.

Nessun dubbio che sia proprio il Poggione delle Querciuole la località dove il Lotti ebbe a segnalare l'inopinato isolotto mesozoico. Tutt'intorno, per un raggio di un buon chilometro, fatta eccezione dei recentissimi calcari crenogeni, non affioran terreni se non eocenici: galestri, alberesi, arenarie, con qua e là grosse lenti di calcari screziati e di brecciuole a nummuliti, con qualche raro spunto e minuscolo di eufotide e di oficalce. Unicamente al Poggione vengono in luce calcari grigio-cupi, calcari grigi con spalmature argillose rosse, diaspri policromi, schisti argillosi variegati ecc.; rocce insomma della sorta di quelle che a parere del Lotti rappresenterebbero rispettivamente, nell'esiguo affiora-

---

(1) *Recherche, captage et amènagement des Sources thermo-minerales.* Paris 1899, pag. 76.

(2) Lotti B. *Sulle condizioni geologiche della sorgente termale di Vignoni.* Boll. del R. Com. Geol. It., anno 1895, n°. 2. Roma 1895.

mento vignonese, il piano ad *Angulati* del Lias inferiore (forse, dice il Lotti stesso, anche il Retico) il Lias medio, il Lias superiore e il Senoniano.

Ho avuto la fortuna, che il Lotti non ebbe, di rinvenire negli strati del Poggione più nidi copiosamente fossiliferi. Invero i fossili che ho raccolto sono, per la più parte, terribilmente malconci. Ma ve n'ha di conservati bene abbastanza per consentire una coscienziosa determinazione, e in taluni fra questi è facile riconoscere forme notissime, di non dubbio significato cronologico. Da tali nuovi reperti ha conferma indiscutibile, in massima, il riferimento dei terreni del Poggione al Mesozoico, sagacemente già fatto dal Lotti sull'unica base dei criteri litologici. Ma, d'altra parte, i fossili che ho trovato, e, aggiungo, il minuzioso esame che ho fatto della località nel raccoglierli, mi inducono a conclusioni non concordi in tutto con quelle del mio predecessore circa la tectonica del dosso delle Querciuole e circa l'età dei singoli depositi che lo compongono.

La schiena del Poggione, per un tratto che va dal suo culmine meridionale (M. 367 s. l. d. m.) fino a un centinaio di metri più a nord, è formata in prevalenza di calcari grigio-scuri minutamente cristallini, traversati in ogni senso da candide venuzze calcitiche. Detti calcari offrono a luoghi, macroscopicamente, una struttura che si direbbe oolitica: a luoghi si tramutano in una vera e propria lumachella, costituita in massima parte da tritume di bivalvi. Frammezzo a questo tritume appaion di frequente esemplari ben conservati di *Avicula contorta* Portl.; assieme col prezioso fossile guida, si nota qualche buon esemplare di *Dimya intusstriata* Emm., di *Palaeocardita austriaca* Hauer, di *Modiola Hoffmanni* Nilss., di *Taeniodon praecursor* Schl. (1).

Sempre nella schiena del Poggione, frammezzo ai calcari grigio-scuri ad *Avicula contorta* che abbiam detto, riscontransi intercalati più letticciuoli di calcare argilloso schistoso, color grigio-cenere; calcare che a luoghi esibisce, nelle superfici di fissilità, nume-

---

(1) Accenno di sfuggita due particolarità che mi è capitato di rilevare facendo l'esame chimico e microscopico di quella certa sorta di calcare apparentemente oolitico che menzionavo più sopra. Quelle che ad occhio nudo sembrano sferette concrezionari, mostrano al microscopio di essere invece reliquie organiche: reliquie di un'alga riferibile assai probabilmente al gen. *Sphaerocodium* della fam. Sifonee. Il singolare si è che dell'alga è rimasta non solo la forma, ma anche la sostanza organica. Trattando le pseudooliti con acido cloridrico diluito, se ne ottengono invariabilmente brandelli di una flaccida pellicola giallo-bruna, che al microscopio apparisce costituita da un intreccio densissimo di filamenti. Tale pellicola, esposta alla fiamma, presto si carbonizza e poi brucia quasi per intero: trattata con acido solforico concentrato si scioglie: ha insomma tutta l'aria di esser fatta di cellulosa. Un'altra singolarità è questa; che nel residuo ottenuto dalle pseudooliti dopo trattamento con acido cloridrico, si riscontrano cristallini copiosissimi di quarzo: cristallini completissimi, con terminazione regolare da tutti i lati, con sviluppate preponderantemente le facce prismatiche. Esaminando le sezioni sottili della roccia, identici cristallini si veggono radunati nell'interno delle vescicole dell'alga, e principalmente addossati contro la loro parete. Il fatto della conservazione della cellulosa dentro calcari più o meno antichi non è di certo una novità. La presenza concomitante dei cristallini indubbiamente antigeni di quarzo mi fa sovvenire i grani quarzosi riscontrati dal Capellini in certi calcari retici dei dintorni del Golfo di Spezia; ma circa l'origine loro non mi arrischio a dire una sola parola. Mi contento di segnalarli come interessante argomento di studio per chi un giorno riprenderà in esame le rocce del Vignonese.

rosissimi avanzi di Bactrilli. Nuova ragione per attribuire al Retico la pila ond' essi letticciuoli fan parte.

Nel fianco occidentale del Poggione, rimpetto alle Coroglie, vengono pure in luce strati di calcare grigio-scuro, possenti, i più grossi da 40 a 50 centimetri, intercalati sovente con straterelli calcareo-argillosi a Bactrilli. Chiarissimo par quivi l'andamento delle stratificazioni in parola: appaion dirette uniformemente verso N. E., e inclinate in media circa una trentina di gradi verso S. E. Ma è dubbio assai che formino unitamente con le stratificazioni contigue un puro e semplice uniclinale, come il Lotti ritenne. Le testate loro accennano, sia pure oscuramente, a raccordarsi in modo da disegnare due pieghe complete, ribaltate verso N. O. Certo è che nel crine del Poggione il Retico si avanza fino al culmine meridionale, mentre subito sotto, nel fianco di cui stiamo parlando, si arresta una buona cinquantina di metri più a N.: precisamente come sarebbe se la lingua di Retico protesa fino all'estremo del dosso, fosse il fianco normale di un anticlinale, avente per fianco inverso le stratificazioni, retiche pure, che nel lato di ponente vengono a contatto immediato coi terreni meno antichi di cui diremo fra breve.

N. O. Fianco occidentale del Poggione delle Querciuole S. E.

1. Calcari grigio-scuri intercalati con straterelli calcareo-argillosi a Bactrilli. 2. Diaspri policromi e calcari a lastre con Aptici.

Intanto anche questo ho da dire: che sulla schiena del Poggione le testate degli strati retici disegnano una curva parecchio complicata: su per giù una grande *M*, con le gambe esteriori dirette all'incirca verso E. N. E. La bisettrice dell'angolo formato dalle due aste mediane della *M* risponde con bastante precisione al piano assiale della piega concava accennata dal Retico nel lato occidentale del colle.

I calcari grigio-scuri ad *Avicula contorta* accompagnati da calcari argilloso-schistosi a Bactrilli vengono allo scoperto anche nel fianco orientale del Poggione: ma solo nella sua parte più alta e per un tratto assai breve. Immediatamente sotto al culmine del dosso,

tali stratificazioni forman più pieghe a brevissimo raggio, stipate una contro l'altra, coi piani assiali inclinati verso N, a rovescio quindi di ciò che accade nelle pieghe esibite dal fianco opposto. Anche più a Nord, sempre nel fianco orientale, presso il termine dell'affioramento, gli strati in parola son chiaramente inclinati verso N. o verso N. N. E. Contrasto questo che io non so spiegarmi altrimenti che col supporre un contorcimento elicoidale della intiera pila del Retico.

Dietro gli studi del Lotti ci aspetteremmo di trovare, a contatto immediato del Retico, nella porzione meridionale del Poggione, altre stratificazioni calcaree, riferibili al Lias inferiore, e precisamente al piano ad Angulati. Chè anzi, a dire del Lotti, prevalentemente di calcari giurassici sarebbe fatta la parte più antica dell'isolotto mesozoico del Vignonese. Ma stando a quel che ho visto, il Lias inferiore, o manca completamente al Poggione, o è ridotto a così minime proporzioni da sfuggire all'esame più attento. Certo è che in nessun luogo ho visto traccia di calcari confrontabili con quei soliti bianchi o grigio-chiari, ceroidi, onde il piano ad *Angulati* è rappresentato in Toscana. Così pure ho motivo di credere che nella serie mesozoica vignonese manchi totalmente o per lo meno sia estremamente ridotto il Lias medio. Se mai, potrebbero riferirsi al Lias medio certi strati di calcare ceroide color grigio-cenere chiaro, traversati da minuscole vene giallo-arancio di calcite ferrifera, e racchiudenti copiose amigdale di selce, che mi occorse vedere immediatamente a contatto dei calcari grigio-scuri del Retico, nel margine meridionale e occidentale dell'affioramento di questi, all'estremo del Poggione. Ma non escludo che detti calcari con selce siano invece da aggregare cronologicamente alla pila di strati che vien subito dopo, e si offre allo scoperto in tutta la china meridionale del Poggione, come pure in un buon tratto del fianco occidentale di questo.

Trattasi di una pila tormentatissima di strati, fatti promiscuamente di diaspri verdi, gialli, rossicci, e di calcari marnosi a lastre, dove color grigio-perla, dove rosei o color rosso epatico, ricchi di amigdale di piromaca; così bizzarramente arricciati da render vano ogni tentativo inteso a determinarne l'andamento e i rapporti reciproci. Per buona sorte negli strati di calcare a lastre sopraddetti ho rinvenuto qualche fossile abbastanza significativo: qualche Aptico e qualche esemplare di *Posidonomya*, sufficenti per indicare che si tratta di depositi pertinenti al Lias superiore. — La *Posidonomya* è difatti la *P. Bronni* notissima. — Ho riscontrato anche avanzi numerosi di radiolari nei diaspri che fan parte della pila: ma troppo mal conci per poter dar luogo a studi concludenti, sia nel senso strettamente paleontologico, sia nel senso cronologico.

Nel lato orientale del Poggione evidentissima è la sovrapposizione dei calcari retici a questi altri calcari contenenti Aptici ed associati a diaspri policromi. Meno chiara è tal sovrapposizione nel fianco opposto; e a guardar quello soltanto, si potrebbe invece credere che il Lias superiore fosse regolarmente appoggiato sui terreni più antichi. Ma ogni dubbio circa il rovesciamento del Retico sul Lias ci è tolto dal vedere come e quanto il Retico si protende verso S. nel dorso del colle.

Alla serie dei calcari ad Aptici e dei diaspri policromi succedono immediatamente, in aperta discordanza, strati di argilloschisti grigi o color fegato, manganesiferi, con qualche

straterello anche di calcare grigio a lastre, con spalmature argillose. Son questi i terreni che a parere del Lotti rappresenterebbero, nella serie locale, il Senoniano. Io non son riuscito ad averne un sol fossile, e per conseguenza circa l'accennato riferimento nulla posso dire nè contro nè prò.

Principalmente sviluppato è questo Senoniano nelle falde di levante del Poggione. Termina bruscamente, per dar luogo all'Eocene, in corrispondenza a un torrentello innominato che scende all'Orcia fra il Poggione e il Bagno. Se ne ritrova un brandello poco sotto il culmine meridionale del Poggione, dalla parte di ovest, addossato indifferentemente sul Retico e sul Lias superiore. Nello stesso lato riappare una ottantina di metri

S. Fianco orientale del Poggione delle Querciuole N.

1. Retico. 2. Lias superiore. 3. Senoniano. 4. Eocene dei pozzi oltre l'Orcia. 5. Spugnone e travertino.

più a Nord, al confine dell'affioramento infraliassico. Ma dopo breve tratto è occultato dai depositi dell'Eocene, i soli affioranti indi in poi nelle falde del colle di Vignoni alto.

L'Eocene è rappresentato in quel di Vignoni, come già dissi, da arenarie micacee, da schisti calcareo-argillosi o galestri, da calcari argillosi tipo alberese, da ftaniti o diaspri policromi, manganesiferi; più qualche grossa bancata di calcari screziati e di brecciuole a nummuliti. Non mi è possibile tentare il ragguaglio di queste formazioni coi termini classici del sistema eocenico; e anche circa i reciproci loro rapporti locali, confesso di aver poco o niente da dire. L'unico orizzonte sicuro nella loro tormentatissima pila, ci viene offerto dai banconi di calcare screziato a nummuliti; banconi che sull'esempio di quanto è stato fatto per gli analoghi di prossime località, ci è lecito attribuire alla zona più bassa dell'Eocene toscano. Qui siffatti banconi affiorano interrottamente lungo una striscia che principia quasi subito sotto il podere delle Querciuole, e di là prosegue verso S. E. fino a un centinaio di metri dal Bagno; presentando, dovunque affiorano, marcata inclinazione verso N. E.

Con quale altro affioramento mesozoico si collega in profondità l'isolotto del Poggione?

Una dozzina di chilometri a S S. E. di Bagno Vignoni, accosto alla gran cupola dell'Amiata, compare, framezzo all'Eocene, un altro isolotto di rocce liassiche e cretacee, più ragguardevole assai di quello di Vignoni: il Monte Zoccolino. Al piede dello Zoccolino, al contatto del Lias con l'Eocene, son le terme e le putizze famose di San Filippo, e, mi si consenta di aggiungere, il ricco giacimento cinabrifero dei Pietrineri, da me scoperto anni addietro. Secondo il Lotti, lo Zoccolino farebbe parte di una piega anticlinale, fiancheggiante ad E. l'anticlinale mediana dell'Amiata: e giusto della piega del M. Zoccolino farebbe parte, alla sua volta, il piccolissimo gruppo secondario di Bagno Vignoni (1).

Osservo che nello Zoccolino nessuno fino ad ora, il Lotti compreso, ha riscontrato mai depositi attribuibili al Retico; depositi che invece costituiscono per massima parte l'isolotto del Poggione. Nello Zoccolino è sviluppatissimo il Lias inferiore, rappresentato da calcari ceroidi ricchi di gasteropodi, fra cui la caratteristica *Pseudomelania pseudotumida* De Stef.; mentre nel Poggione siffatti calcari mancano intieramente. Per inverso nessuna traccia nello Zoccolino dei calcari a lastre con Aptici da me riscontrati al Poggione; e il Lias superiore rappresentato unicamente da argilloschisti a *Posidonomya Bronni*.

Ritengo molto più probabile, invece, che l'isolotto mesozoico del Vignonese altro non sia che una propaggine della barriera di dossi rupestri preterziarî, corrente all'incirca in direzione di N. N. W.-S. S. E., dalle sorgenti dell'Ombrone a quelle dell'Orcia; dal Poggio delle Serre alla Montagna di Cetona. I noccioli di lumachella ad *Avicula contorta* e le lastrine di calcare argilloso a Bactrilli da me trovati al Poggione sono uguali precisi ai campioni di lumachella retica e di calcari a Bactrilli che anni addietro raccolse un mio carissimo allievo, il Prof. Antonio Barbiani (2) nei poggi di Petroio, giusto nel mezzo della barriera che ho detto.

Verosimilmente una piega laterale delle molte da cui si originò quella barriera, fu prima rovesciata verso S. O. e quindi continuò ad esser sospinta nella stessa direzione sino a pervenir con la sua cerniera forse parecchio più avanti del posto dove oggi è il Poggione. Nel fianco inverso della piega, stirato, scomparvero totalmente o quasi il Lias inferiore e il Lias medio, così che il Retico venne a sovrastare immediatamente ai calcari ad Aptici del Lias superiore.

La connessione in profondità dello spunto mesozoico del Poggione delle Querciuole con la catena di scogliere pur mesozoiche sorgenti fra la Val d'Orcia e la Val di Chiana, basta, fino a un certo punto, a spiegare come e perchè le terme Vignonesi sian così abbondantemente alimentate d'acqua come sono. Non può escludersi che oltre l'acqua *vadosa* catturata dalle vene circolanti in seno a quelle scogliere, contribuisca ad alimentarle anche acqua endogena, acqua *giovanile*, per usar la parola messa in moda dal Suess. Certo è

---

(1) *Geol. della Toscana*, p. 395.

(2) Barbiani A. *Osservazioni geologiche sui dintorni di Petroio in Val d'Orcia*. Atti della Soc. dei Naturalisti e Matematici di Modena. Ser. IV., Vol. X. Modena, 1908.

giovanile e non *vadosa* l'anidride carbonica che in tanta copia prorompe insieme con l'acqua termo-minerale: e quella deve avere avuto e avere strada tutt'oggi mercè fratture profondissime, originatesi in seguito ai movimenti stessi che dettero origine ai piegamenti predetti.

L'acqua termale assai probabilmente ebbe ed ha tramite in corrispondenza del contatto fra il Retico e le stratificazioni del Lias superiore. In ambo i fianchi (occidentale e orientale) del Poggione, tal contatto è segnato difatti da peculiarissime alterazioni delle rocce combacianti, specie della più antica. Il calcare retico da compatto si fa celluloso, spugnoso, scoriaceo: si dolomitizza: si arricchisce di ferro, qua e là palesato da croste, da vene, da rognoni di limonite; segni non dubbi di azioni idrotermali subite in addietro. E la traccia di tal piano di contatto procede giusto in direzione N. E.-S. O.; secondo la retta, cioè, che dalle attuali scaturigini del Bagno Vignoni va fino all'incrocio dei crepacci — oggi solo fumiganti — del terrazzo travertinoso posto a pie' del Poggione delle Querciuole.

CONTRIBUTO

ALLO

STUDIO DELLE MIOCARDITI NELLE INFEZIONI ACUTE

MEMORIA

DEL

Prof. FLORIANO BRAZZOLA

(letta nella Sessione del 26 Novembre 1911)

(CON UNA TAVOLA DOPPIA)

La miocardite è una forma morbosa che con una certa frequenza accompagna o si associa alle infezioni acute.

Nell'uomo, prescindendo dalla miocardite settica da piogeni, va ricordata in modo speciale quella da difterite, da tifo, da scarlattina, da vaiuolo.

Negli animali vi sono forme corrispondenti, sia dal lato clinico che anatomo patologico: prototipo quella che si riscontra in certe forme di afta epizootica.

Gli autori non sono completamente d'accordo sulla essenza anatomo patologica e sulla interpretazione delle lesioni, sovratutto in quelle forme nelle quali si può avere la morte repentina per paralisi cardiaca, sia nell'uomo come negli animali.

Per le miocarditi nelle infezioni acute dell'uomo, un primo gruppo di autori, considerano come fondamentali le lesioni della fibra muscolare, altri invece quelle del connettivo interstiziale e dei vasi.

Fra le lesioni della fibra muscolare (le così dette lesioni parenchimatose) alcuni autori [Mosler (1), Schemm (2)] richiamano specialmente l'attenzione sulla degenerazione grassa; altri invece [Ribbert (3)] diedero il massimo significato alla degenarazione cerea; altri [Scagliosi (4)] alla degenerazione granulosa ed ialina.

L'Eppinger (5) parla di una miolisi tossica del cuore: le fibre muscolari subirebbero veri fatti litici; infiltrate da materiali liquidi, vengono come allontanate, si assottigliano, si spezzano, si sciolgono.

Un secondo gruppo di autori invece considerano come fatto primo e capitale l'essudazione infiammatoria interstiziale.

Romberg (6), Halwachs (7) parlano di una miocardite interstiziale acuta come fatto primo e sostanziale; le alterazioni delle fibre muscolari, compresa la fragmentazione, sarebbero fatti secondari.

Anche le ricerche sperimentali [Ribbert (8), Bonome (9), Mircoli (10), Lanne-

long e Hachard (11), Charrin (12), Comba (13), Tedeschi (14), Fantino (15), Weber e Blind (16), Mollard e Regaud (17)], ricerche abbastanza numerose, non hanno risolta la questione, come non è del tutto spiegato il meccanismo della morte improvvisa che in un certo numero di casi si osserva.

Negli animali domestici (bovini) esiste una malattia infettiva (l'afta epizootica) nella quale si può riscontrare una miocardite la quale, sia dal lato clinico che da quello anatomo patologico, corsisponde molto davvicino a quella della difterite dell'uomo. Nella forma così detta maligna della infezione gli animali infatti, quando hanno superato l'acme della malattia, possono o morire repentinamente per paralisi cardiaca, oppure possono morire in due o tre giorni per insufficienza cardiaca.

Le lesioni che si riscontrano furono studiate da varî autori, ricordo specialmente i lavori di [Johne (18), Kitt (19), Trattner (20), Stazzi (21), Maja (22), Joest (23)]; certamente non vi è concordanza di vedute: si parla in genere di miocardite, di infiltrazione cellulare, di degenerazione grassa od ialina; ma anche gli ultimi lavori, sebbene condotti coi migliori metodi di indagine, lasciano sempre delle lacune.

Io ho avuto l'opportunità di studiare alcuni casi tipici di afta epizootica: la morte era avvenuta repentinamente.

Tralascio di dire dei caratteri macroscopici: erano quelli di una miocardite a focolaio a tipo degenerativo: riferisco solo sulle lesioni istologiche.

Le ricerche furono condotte coi migliori metodi di indagine istopatologici sia a fresco, che, e specialmente, previa fissazione e colorazione differenziale.

Le alterazioni sono di dne ordini, in parte interessano il tessuto congiuntivo vascolare, in parte la fibra muscolare.

Le lesioni vascolari sono costanti. L'intima è relativamente meno alterata della media; si osservano però, specialmente nelle piccole arterie, fatti di degenerazione dell'endotelio, anche su tratti estesi. In alcuni punti l'endotelio è diventato omogeneo, vitreo, rigonfiato, si ha quasi l'impressione d'un inspessimento. La media è sempre profondamente lesa; le fibre muscolari appaiono omogenee, di aspetto quasi vitreo, si distinguono difficilmente e si ha la reazione della degenerazione ialina; si nota anche la formazione di vacuoli ed infiltrazioni leucocitarie.

Nel tessuto connettivo esistono alterazioni gravissime.

Il fatto più manifesto, e certamente uno dei più importanti, è l'iperleucocitosi.

L'iperleucocitosi, costituita prevalentemente di mononucleati e polinucleati, si inizia, come è ovvio, attorno ai vasi ed è uno dei primi fenomeni: le fibre muscolari però, dove esiste leucocitosi appena un po' avanzate, sono già profondamente lese, sono già granulose, e più o meno omogenee. Questa leucocitosi però diventa presto interstiziale, dapprima sotto forma d'infiltrazione diffusa, poi va diventando a focolaio, specialmente nei punti in cui le lesioni regressive delle fibre muscolari sono più avanzate. I leucociti infiltrati poi subiscono presto fenomeni regressivi, si hanno veri fenomeni di leucolisi i quali procedono, si può dire, pari passo colle lesioni della fibra muscolare. Si vanno così formando

dei focolai degenerativi più o meno estesi, focolai che devono avere la massima importanza nel quadro morboso (Fig. 3, 4, 5, 6).

Insieme alla iperleucocitosi si ha costantemente infiltrazione edematosa ed essudazione fibrinosa negli spazi congiuntivali. Speciale importanza deve avere questa formazione di essudato fibrinoso: esso si riscontra dove le lesioni vasali e degli elementi fissi sono più gravi.

Negli elementi fissi del connettivo, almeno in queste forme ad andamento acuto, si hanno prevalentemente fatti regressivi, imbibizione edematosa, molto probabilmente anche fatti litici, dissociazione, degenerazione ialina, prevalentemente a focolaio.

Nelle fibre muscolari poi si riscontrano lesioni profonde e certo della massima importanza.

Le alterazioni iniziali delle fibre cardiache, alle quali dobbiamo dare un grande valore perchè sono molto estese, sovratutto nei casi in cui la morte è avvenuta molto rapidamente, sono costituite dal così detto stato granuloso. La fibra muscolare, pur essendo la striatura, in parte almeno, conservata, appare come ripiena di fine granulazioni opache le quali però si colorano ancora. Queste granulazioni si rendono man mano più fine; la striatura va perdendosi, specialmente la trasversale, e la fibra va assumendo l'aspetto omogeneo: la striatura trasversale scompare del tutto, solo la longitudinale appare ancora: l'aspetto omogeneo si rende più chiaro e le fibre assumono l'apparenza degli elementi in preda a degenerazione cerea (Fig 1, 2, 3, 4).

Questo stato degenerativo però non è un fenomeno di coagulazione: è una vera graduale scomparsa della sostanza contrattile la quale diventa come liquida, si ha una vera sarcolisi, quale fu indicata da Eppinger (Fig. 5, 6).

Questa lesione può interessare fibre isolate, o piccoli gruppi di fibre, oppure può presentarsi sotto forma di focolai più o meno estesi, e persino può assumere una forma diffusa: si osserva però a preferenza attorno ai focolai d'infiltrazione leucocitaria (Fig. 5-6).

Come conseguenza di queste lesioni degenerative delle fibre si ha la produzione di vacuoli: Questi vacuoli si possono osservare sia nelle fibre con striatura ancora conservata, sia, e specialmente, nelle fibre diventate più o meno omogenee. Si formano primitivamente nella parte centrale delle fibre, poi vanno rendendosi periferici; dapprima appaiono isolati, poi possono riunirsi come a focolaio. Anch'essi si trovano a preferenza in vicinanza ed attorno a focolai d'infiltrazione leucocitaria.

Lesioni importantissime si hanno nella continuità della fibra muscolare. Incominciano a presentarsi dei tratti omogenei, che non reagiscono ai metodi di colorazione, le fibre diventano sinuose, come segmentate, fino ad aversi una vera dislocazione dei segmenti di Weismann ed una vera spezzatura, e vere discontinuità della fibra stessa (Fig 7-8).

L'esagerazione della striatura trasversale, ne'fatti di atrofia iperplastica, nel senso di Renault, non fu da me notata.

Sulla patogenesi di queste lesioni e sul meccanismo della morte in queste forme morbose io non intendo fermarmi a lungo; d'altra parte sono questioni che esorbitano dal campo di questa nota e che per essere risolte meritano altre e più estese ricerche anche sul sistema d'innervazione cardiaca.

Io mi limito a concludere che tutte queste lesioni, sia del tessuto congiuntivo vascolare che della fibra muscolare, sono indubbiamente di origine tossica: che l'azione esercitata dai prodotti tossici dell'agente specifico dell'afta epizootica è molto corrispondente a quella della tossina difterica e che le lesioni sono su fondo infiammatorio e degenerativo.

L'insufficienza cardiaca e la morte, pur dovendo ammettere lesioni nel sistema di innervazione del miocardio, trovano una sufficiente spiegazione nelle alterazioni della fibra muscolare.

---

(1) Mosler — Archiv. f. Heilkunde XV, 1873.
(2) Schemm — Virchow's Archiv. Bd. 121, 1890.
(3) Ribbert — Mittheil. a. d. Congres. f. klin. Med. V, 1900.
(4) Scagliosi — Virchow's Archiv. Bd. 146, 1896.
(5) Eppinger — Deutsche med. Wochenschrif. 1903. N. 15.
(6) Romberg — Archiv. f. klin. Med. 48/49, 1891.
(7) Halswalch — Archiv. f. klin. Med. 64. — Dissert. Leipzig 1897.
(8) Ribbert — Fortschrift der Medicine. 1886.
(9) Bonome — Giornale della Reale Accad. di Med. Torino 1866.
(10) Mircoli — Archivio per le Scienze Mediche, 1889.
(11) Lannelong e Hachard — Annales Institut Pasteur, 1891.
(12) Charrin — Congress. internaz. Berlin 1890.
(13) Comba — Lo Sperimentale, Vol. XVIII, 1894.
(14) Tedeschi — Archiv. f. path. Anat. und Phys. 1892.
(15) Fantino — Centralbl. f. Med. Wissenschaften, 1888.
(16) Webert e Blind — Revue de Médecine, 1896.
(17) Mollard e Regaud — Annales Institut Pasteur, 1907. N. 2.
(18) Johne — Deutsche Zeitschrif. f. Thiermediz. 1884.
(19) Kitt — Annales de Mèdecine Vèterin. 1894
(20) Trattner — Ellenberger-Schütz's Jahresberich. 1904.
(21) Stazzi — Clinica Veterinaria 1906-1908.
(22) Maja — La clinica Veterinaria, 1911. N. 14.
(23) Joest — Zeitschrift für Infektionskrankheiten der Hausthiere 1911. Bd. X.

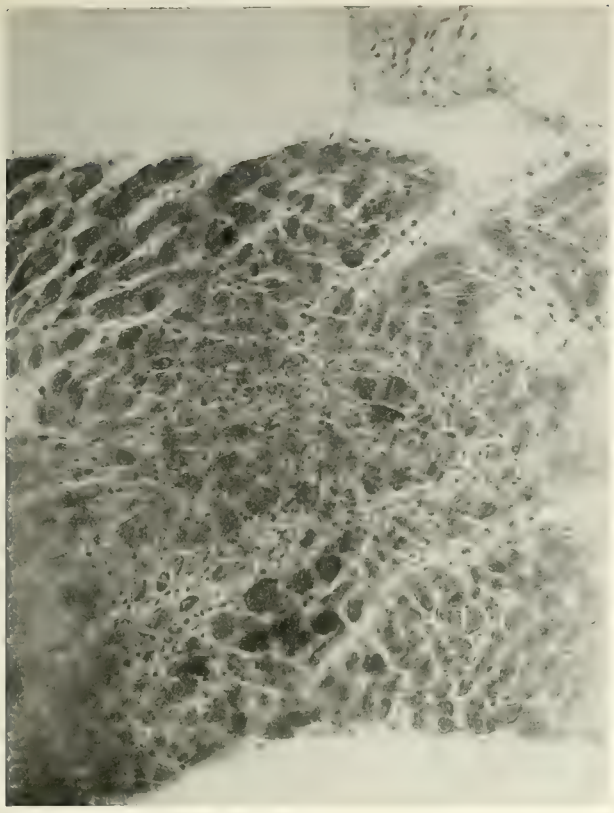


Fig. 1

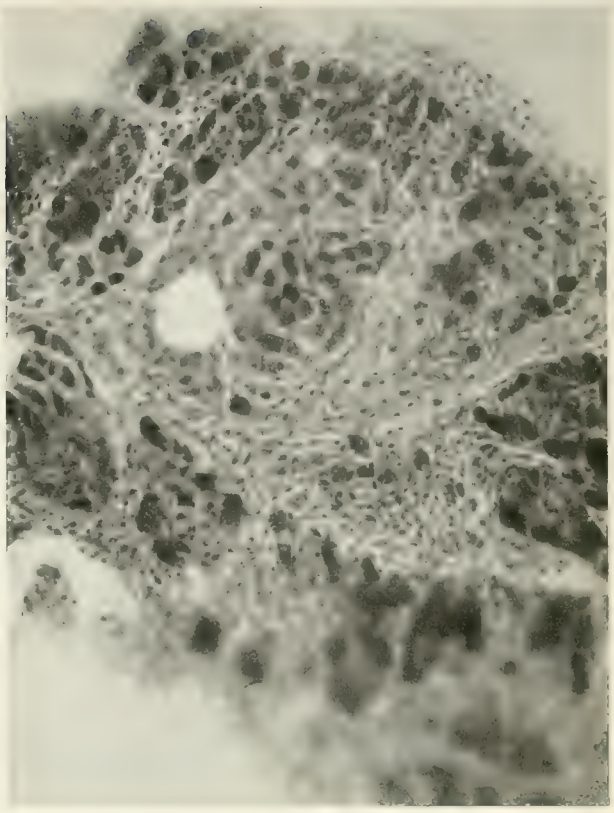


Fig. 2

Fig. 3

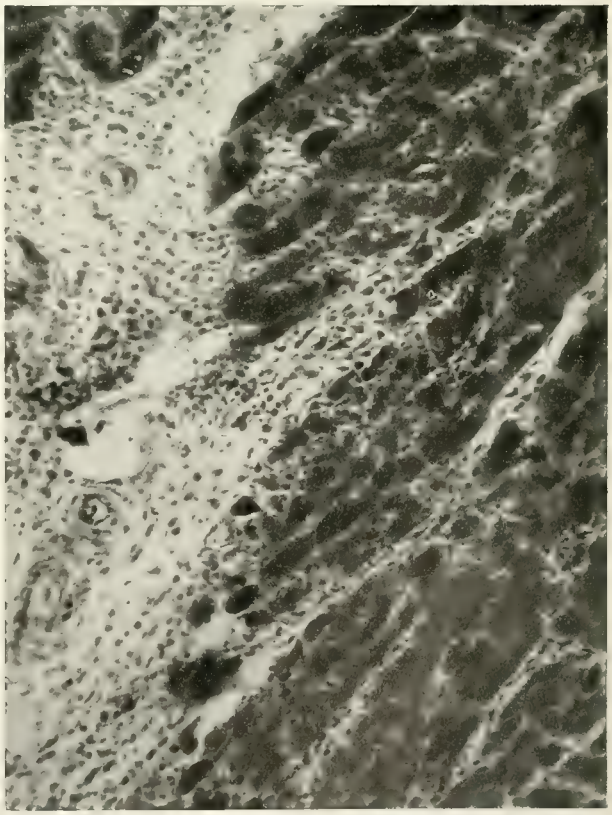


Fig. 4

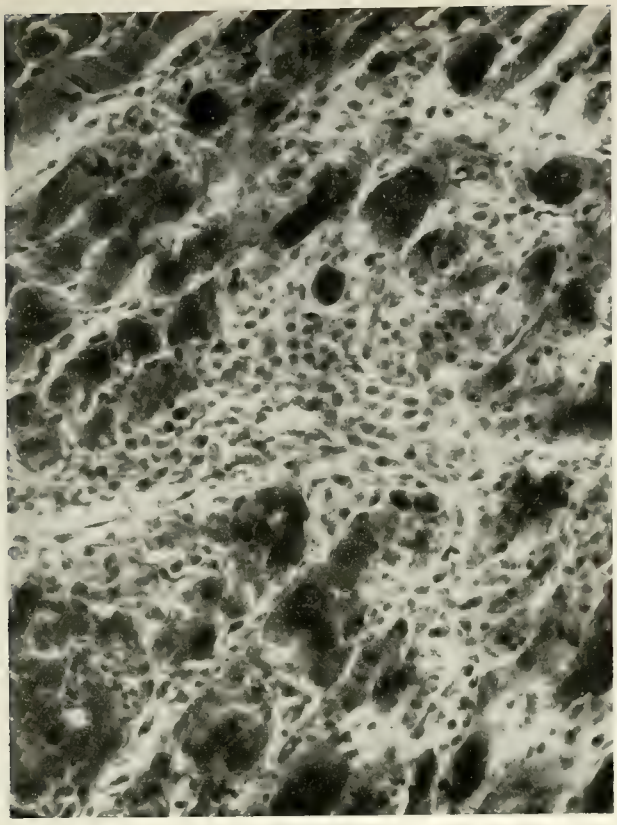


Fig. 5

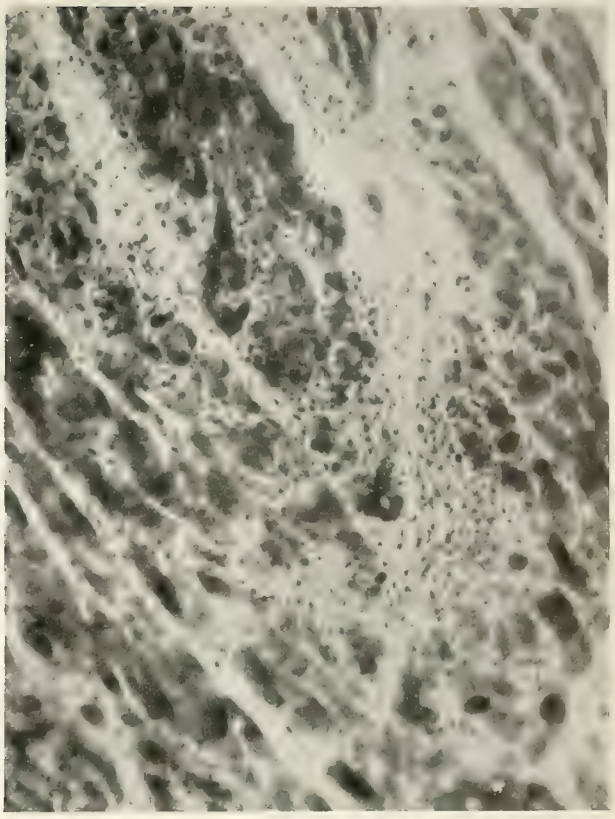


Fig. 6

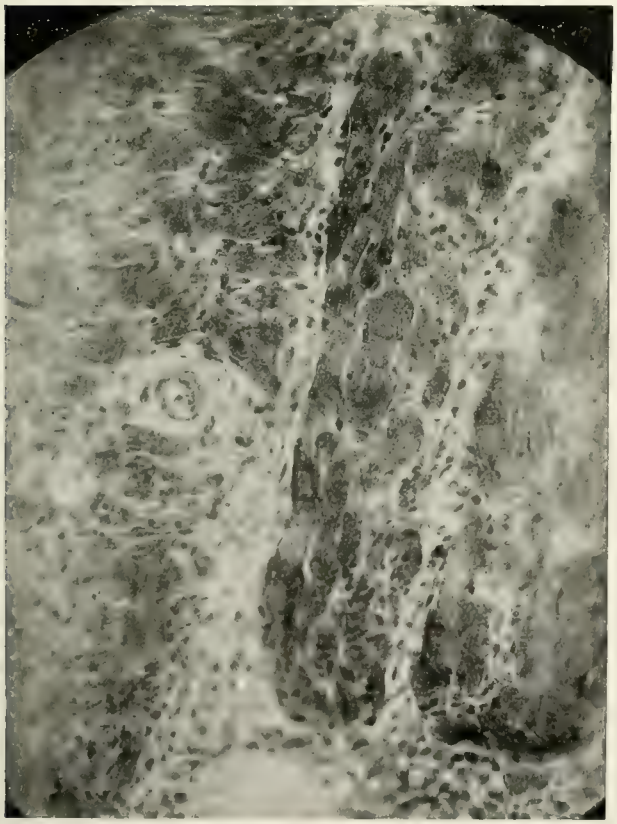


Fig. 7

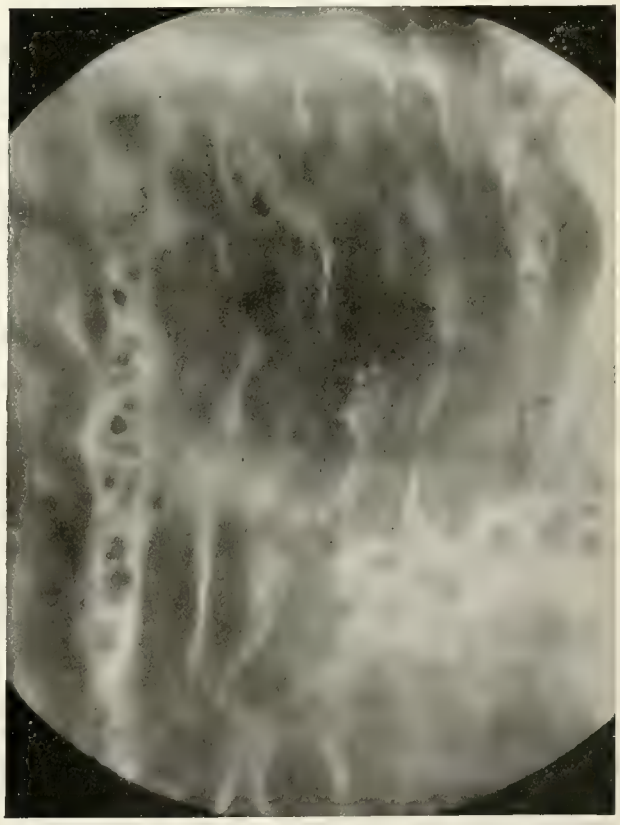


Fig. 8

DELL' AZIONE DEI MUSCOLI, NEI COMUNI PROCESSI DI RIDUZIONE DELLE LUSSAZIONI ANTERO-INTERNE DELL' OMERO E SPECIALMENTE DELLA SOTTOCORACOIDEA.

MEMORIA

DEL

Prof. ALFONSO POGGI

letta nella Sessione del 26 Maggio 1912.

(CON TAVOLA)

Si ammette che gli impedimenti alla riduzione di una lussazione, possano risiedere nel capo articolare spostato, nelle parti legamentose e nei muscoli. Se esiste accordo nel ritenere la possibilità dei tre ostacoli indicati, sia isolati che combinati variamente, questo non esiste più, quando si scenda a valutare la loro importanza, perciò specialmente che si riferisce all' azione delle parti molli.

Anche rimanendo in un campo molto ristretto di lussazioni, come in quelle più comuni dell' omero, vi è molto diversità di opinioni. Infatti l' Hennequin giustamente fa rilevare che i chirurghi d'oltre Reno, basandosi sulle ricerche ed esperimenti nei cadaveri, danno un valore quasi esclusivo ai legamenti, mentre che in Francia si da eccessiva importanza ai muscoli. Deplora poi che siano stati troppo trascurati gli ostacoli ossei; e ciò non può toccare gli italiani, chè il Fabbri, per citarne uno, fin dal 1841, nei suoi classici studi sulle lussazioni, di tutti tenne egualmente conto.

In tanta disparità di opinioni, ho creduto utile ritornare sull'argomento, anche con la scorta sperimentale, per determinare quale valore si debba dare ai muscoli, o nell' ostacolare o nel favorire il ritorno in posto dell'osso, nella lussazione specialmente sottocoracoidea dell' omero, in rapporto però ai processi più in uso, come quello a contro-trazioni a braccio posto orizzontale, l'altro del Forta rotazione esterna e quello così detto misto del Kocher.

Questo studio è tanto più oggi opportuno in quanto l'antico insegnamento di far percorrere alla testa lussata la stessa via, ma in senso inverso, che tenne nello spostarsi, se è sempre pregievole, pur tutta via non è seguito in alcuni processi di riduzione di molta efficacia, che hanno invece una base tutta anatomo-patologica. Pel presente lavoro mi hanno servito molto le ricerche che ebbi l'onore di comunicare l'anno decorso a questa R. Accademia, intorno all' importanza dei lembi capsulari nella riduzione delle lussazioni omerali anteriori, delle quali ricerche queste in parte rappresentano una continuazione.

Prendo dapprima in considerazione l' importanza dei muscoli nel processo di riduzione a braccio orizzontale, con trazioni nella direzione dell'asse trasversale del corpo, previa fis-

sazione della scapola e del tronco, applicato alla lussazione sottocoraidea, come tipo delle lussazioni antero-interne dell'omero.

La posizione orizzontale trasversa che si dà all'omero, ha poca influenza sull'ostacolo osseo, dato dal contatto del collo anatomico dell'omero col margine anteriore glenoideo, ma è opportuna perchè, colla trazione all'esterno, si mira a togliere tale specie di accavallamento, ed a portare la testa omerale allo stesso piano della superficie articolare, perchè vi possa penetrare.

Fatta astrazione di condizioni anatomo-patologiche eccezionali, occhielli muscolari, fasci muscolari interposti ecc., tutti i muscoli, pochi eccettuati, della spalla, ed altri che hanno rapporto coll'omero, per la contrazione loro reattiva, o anche per tenacità muscolare si oppongono all'intento dell'operatore.

Per persuaderci di ciò è sufficiente pensare al punto di inserzione e di attacco di essi muscoli perché la cosa sia evidente.

Il chirurgo con questo processo affronta direttamente, la resistenza di molti e robusti muscoli, a mò di es., il gran pettorale, il gran dorsale, il deltoide, il coraco bronchiale, il bicipite, il capo lungo del tricipite bracchiale, il sotto scapolare, i quali tutti, per azione riflessa, tendono ad immobilizzare le ossa nell'anomalo rapporto.

Si è consigliato di mettere in flessione l'avambraccio per rilasciare il bicipite, ma se la flessione è forte, si evita Scilla per cadere in Cariddi, giacchè se la flessione suddetta è favorevole pel bicipite, distende poi il capo lungo del tricipite branchiale.

E qui cade in acconcio ricordare alcuni esperimenti fatti sul cadavere allo stato di rigidità, che mi hanno dato campo di verificare l'azione ostacolante di esso capo muscolare. Prodotta la lussazione, mi riusciva con trazioni moderate, di ricondurre in posto l'omero, non ostante la rigidità muscolare, ma se tenevo l'avambraccio flesso ad angolo retto e peggio se oltre, la difficoltà si faceva maggiore o tale da non vincerla che diminuendo il grado di flessione.

Perciò non mi pare commendevole il consiglio dato in alcuni trattati moderni di chirurgia, di tener, durante la trazione sul braccio, l'avambraccio flesso ad angolo retto.

Gli antichi per esperienza sapevano che, sotto il deliquio, una lussazione di spalla, che aveva resistito a mezzi violenti, si poteva ridurre con facilità, ed ai tempi nostri è troppo nota l'influenza agevolatrice della anestesia generale, perchè io ne tenga parola.

Col processo operatorio in discorso, non si può aver dubbio nell'ammettere che un ostacolo vitale da parte dei muscoli esista e sia costante, sebbene possa variare di grado in rapporto alla sensibilità individuale ed allo sviluppo dei muscoli. Quindi veramente in questo modo curativo predomina, sia nella lussazione sotto che intra-coracoidea, la teoria muscolare e per conseguenza l'anestesia generale rappresenta un mezzo efficace per rendere la riduzione facile, come nel cadavere.

Però non si deve dimenticare la possibilità di condizioni patologiche eccezionali, nè l'ostacolo legamentoso che può formarsi specialmente nella lussazione intra-coracoidea primaria con lacerazione capsulare anteriore, nè l'esistenza di lembi capsulare aderenti al ciglio glinoideo, circostanze che possono difficultare o rendere ribelle la lussazione

anche col sussidio del cloroformio; nel qual caso, s' intende, è indicato tentare altri metodi operatori.

È pur opportuno tener conto delle modalità dell' ostacolo osseo, che possono suggerire di imprimere all'omero certi movimenti, come l' elevazione dell'osso oltre l'orizzontale, la rotazione esterna, o interna, che mettendo a leva l'osso, coadiuvano utilmente la trazione.

Ora consideriamo l'azione muscolare nel processo del K o c h e r, che oggi ha una estesa applicazione nella cura della lussazione sotto-coracoidea specialmente, benchè si usi con vantaggio anche nella intra-coracoidea.

Per trattar bene questo tema è necessario stabilire prima con precisione in qual modo il processo agisca, nel ricondurre in posto l'omero slogato.

Accennai già nel c. l. che a norma della sede ed estensione dello squarcio capsulare il modo di agire del processo era notevolmente diverso: in questa circostanza occorre entrare in minuti particolari, e, con figure, dimostrare non solo la differenza ma illustrarla e rilevarne l'importanza.

Non è da far meraviglia se uno stesso processo operatorio, subordinatamente a condizioni anatomo-patologiche diverse, in una stessa varietà clinica di lussazione, possa avere una duplice interpretazione. Perocchè se è fuor di dubbio che la riduzione è la soluzione di un problema meccanico del quale si deve poter dare una dimostrazione ragionata, è vero altresì che questa potrà variare, col variar delle condizioni peculiari anatomiche, esistenti nel caso speciale.

Io ho sempre pensato che lo studio del modo col quale un processo operatorio raggiunge l' intento, non solo sia d' importanza speculativa, ma anche di interesse pratico; specialmente poi nella cura delle lussazioni, nelle quali trattandosi di lesioni patologiche che si sottraggono direttamente alla vista, la mano, nei suoi movimenti, non ha per guida che le conoscenze scientifiche.

Nella riduzione della lussazione sotto-coracoidea col suo processo, il K o c h e r dà una importanza assoluta alla porzione postero-inferiore del lembo capsulare, ammettendo egli che lo squarcio legamentoso si formi soltanto a spese della parete anteriore capsulare. Secondo l'A. detta porzione di lembo è il perno e l'agente vero della riduzione. Nella rotazione esterna dell'omero, 2° tempo dell'operazione, per la tensione notevole di esso lembo la testa omerale è tratta in fuori e messa in rapporto con la superficie articolare, e si può avere già in questo momento la riduzione, come la si può avere col processo semplice di rotazione esterna del F o r t, che poi se non avviene intera, si completa nel 3°, perchè la testa, nella flessione sagittale del braccio, subisce un movimento inverso di quello del gomito, ed è spinta quindi in cavità. Il 4° tempo non fa che togliere la rotazione esterna e dare all'arto l'atteggiamento più proprio per la cura successiva.

Con preparati anatomici di lussazioni sotto coracoidee, provvisti solo delle parti legamentose nelle quali la rottura capsulare sia anteriore, è facile cosa verificare la verità di detto meccanismo.

Molti autori successivamente si sono occupati dell'argomento come l'Hennequin, il Forabeuf ecc.; e tutti d'accordo hanno riconosciuto, quale fattore principale di riduzione l'accennato lembo capsulare sebbene abbiano fatto notare che non si debbono trascurare altri elementi favorevoli, quali il cambiamento di rapporto fra collo anatomico e margine anteriore glenoideo, non che la tensione di certi muscoli che possono coadiuvare la riduzione.

Intanto riguardo l'azione dei muscoli, in questo processo, le cose procedono ben diversamente da quello a trazione col braccio orizzontale Perchè se per avventura si incontrano resistenze muscolari, queste non si affrontano direttamente, nell'applicazione delle forze servendoci sempre dell' omero come braccio di leva Inoltre per gli atteggiamenti che si danno all'arto nelle opportune manualità, non ci troviamo mai di fronte a molti muscoli contemporaneamente, ma solo a qualche gruppo, mentre poi la maggior parte di essi per la loro direzione non si oppongono, che anzi favoriscono l'azione riduttiva delle parti legamentose.

Infatti nel 2° momento del processo, quello di rotazione esterna del braccio, lo spostamento all'esterno della testa se trova qualche opposizione nel gran pettorale, nel gran dorsale non che nei rotatori interni, la resistenza cede facilmente al movimento di leva dell' avambraccio, e dell'altra parte i rotatori esterni agiscono in senso favorevole.

Nel 3° tempo poi, per la flessione anteriore del braccio, si rilascia il capo corto del bicipite, il coraco-bracchiale, la porzione clavicola del deltoide, e si mette in distensione il gran dorsale, il capo lungo del tricipite bracchiale e la porzione acromiale e spinosa del deltoide, la loro distensione però non costituisce una forza ostile, anzi favorisce l'esito della ricomposizione articolare: come per l'atteggiamento del braccio nel 4° periodo essi muscoli assicurano il mantenimento di posto dell' osso.

Tutte le accennate circostanze riesce agevole il dimostrarle, nelle ricerche sperimentali sul cadavere ed anche hanno una comprova clinica in quanto col processo del Kocher non occorre l' uso dell'anestetico nè l'aiuto di assistenti, al più basta un solo, e la riduzione avviene, il più delle volte, senza impiego di molta forza.

Molto si è pensato e scritto intorno al processo del Kocher, battendo sempre la via da lui segnata. Ma questo agente di riduzione principale sito nella porzione postero-inferiore della capsula esiste costantemente? No certamente anzi, per gli esperimenti, è da presupporsi che spesso manchi.

È indiscutibile che esso almeno nelle lussazioni secondarie debba essere lacerato. E allora in qual modo si ottiene la riduzione? Poi resta sempre a sapersi il perchè del diverso periodo nel quale si compie la reintegrazione articolare; che in alcuni casi si ha nel momento della rotazione esterna, in altri si ottiene solo nel 3° momento, ed in non pochi casi il rumore di ritorno si avverte solo nella ultima manualità del processo.

Per essere più chiaro nell'esposizione riporto in due figure, una specie di diagramma delle due sedi di lacerazione capsulare. I due disegni schematici rappresentano i contorni

della superficie articolare glenoidea, divisi in 4 segmenti, da una verticale *a-b* e da una trasversale *c-d*. La figura 1ª indica con la linea *e-f*, la sede anteriore della rottura capsulare interessante i due quadranti anteriori *a-d* e *d-b*, e l'integrità quindi della capsula fibrosa nei quadranti posteriori *a-c* e *c-b*. La fig. 2ª segna con la linea *g-h* l'estensione della lacerazione, che interessa anche la parte postero-inferiore *c-b*, come necessariamente nelle lussazioni secondarie.

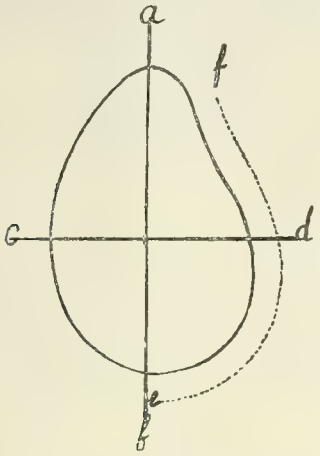


Fig. 1ª

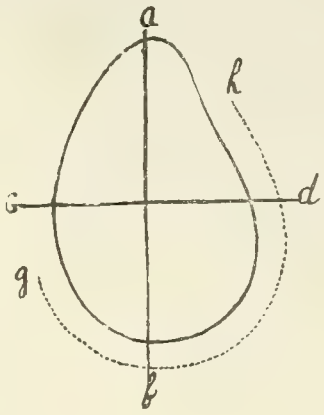


Fig. 2ª

È inutile ricordare come la lacerazione capsulare non sia sempre lineare, e come possa accadere in corrispondenza del ciglio articolare o del collo anatomico o infine nei punti intermedi.

Quando esista la rottura del segmento postero-inferiore della capsula, se la riduzione si ottiene, essa avviene con un meccanismo tutto particolare, ed assai diverso da quello indicato dal K o c h e r.

Nel citato mio lavoro dimostrai già l'importanza del quadrante postero-inferiore che rappresenta, come un legamento d'arresto all'elevazione del braccio oltre l'orizzontale, ed indicai che colla lacerazione di detta porzione di capsula si sposta notevolmente l'ipomoclio dei movimenti della testa omerale nei diversi atteggiamenti che, nell'esecuzione del processo, si dà al braccio. Poiché nell'un caso è il segmento postero-inferiore che agisce, nell'altro invece il postero-superiore e piccola parte del supero anteriore.

Le due fotografie che unisco a questo lavoro dimostrano le circostanze speciali nelle quali avviene la riduzione nel caso di rottura anche del quadrante postero-inferiore.

Esse rappresentano un preparato anatomico di lussazione sotto-coracoidea secondaria in via di riduzione e precisamente alla fine del 3° periodo del processo, e cioè coll'omero nella flessione sagittale, mantenuto nella forzata rotazione esterna, apparisce evidente la mancata riduzione però si notano cambiamenti di rapporto fra testa omerale e superficie

glenoidea in confronto all'atteggiamento proprio della lussazione, che possono avvantaggiare la riduzione.

La figura 1ª rappresenta il preparato fotografato nella sua faccia anteriore però un po' in isbieco. La semi-sfera articolare rivolta in alto e anteriormente si trova tra il ciglio anteriore glenoideo ed il becco coracoideo, dal quale sporge anteriormente per più di $^2/_5$ scarsi.

È poi evidente un fatto notevole ripetto ai rapporti delle ossa e cioè che non solo è stato tolto l'incastro osseo fra il margine anteriore glenoideo ed il collo anatomico, ma che la direzione di questo ultimo è quasi perpendicolare al ciglio anteriore articolare.

Questo rapporto che è favorevole alla riduzione, si deve al movimento di rotazione esterna ed all'altro di flessione sagittale, impressi al braccio nel 2° e 3° tempo del processo.

La fig. 2ª è la fotografia dello stesso preparato preso di lato e con la scapola inclinata internamente. La superficie articolare apparisce vuota dell'osso, il lembo capsulare supero-posteriore è notevolmente torto, e teso sulla superficie articolare della quale lascia allo scoperto buona parte della metà inferiore, ove si scorge la cartilagine ialina. La testa è avanti al piano articolare ma, mantenuta nella rotazione esterna, non vi rientra anche se è spinta, con pressioni sull'omero nella direzione dell'articolazione, cioè all'esterno e posteriormente, impedita dal legamento attorcigliato.

Il risultato adunque che si è ottenuto coi primi tre periodi del processo di K o c h e r è assolutamente diverso da quello che si avrebbe avuto con una lussazione sotto-coracoidea a lacerazione capsulare semplicemente anteriore: perchè la testa è sempre lussata, sebbene davanti alla superficie articolare, ed il lembo capsulare, anzichè favorire la riduzione, la impedisce.

Però in queste condizioni anatomiche delle parti articolari, se ben si considerano le figure, appare anche possibile la riduzione con i movimenti proprii del 4° ed ultimo tempo dell'operazione.

Infatti colla rotazione interna si può allontanare l'ostacolo legamentoso, perchè esso togliendo la torsione del lembo, lo mette in completo rilasciamento. Dall'altra parte, come si vede nella fig. 1ª, non solo la testa è davanti al piano articolare in favorevoli rapporti ossei, ma anche colla sua parte interna convessa è lievemente impegnata nel margine anteriore glenoideo, così che colla rotazione interna, comunicando ad essa testa un movimento a spirale, può insinuarsi nell'articolazione, purchè contemporaneamente, per mezzo dell'omero, sia spinta verso il dorso.

Infatti in preparati anatomici, come quello fotografato, se dal 3° tempo del processo, si passa al 4°, si possono avere due esiti, o la ricomposizione o il repristino della lussazione, a seconda che si abbia o no l'avvertenza di spingere l'omero posteriormente, nell'eseguire i due movimenti combinati di rotazione interna e di adduzione.

Si può avere anche la riduzione se, durante le dette manualità, una mano applicata sulla faccia interna dell'estremo superiore omerale, mantenga l'omero spostato in fuori.

Facendo queste stesse ricerche, in identiche condizioni di lussazioni sottocoracoidee, nel cadavere provvisto dei muscoli, le cose procedono come nelle articolazioni provviste

di soli legamenti per i primi tre tempi del processo, ma nel 4° tempo si riesce sempre, senz' altra cautela, a portare la testa omerale in posto. Il risultato positivo ci dice in modo manifesto di quanta importanza siano i muscoli in quest' ultimo momento. Infatti tutti quei muscoli che col primo meccanismo di riduzione abbiam visto essere in distensione, in questo caso lo saranno in grado maggiore stante la sede, in cui la testa è fissa alla fine del 3° tempo, e fra quelli, in ispecial modo la porzione acromiale e spinosa del deltoide. Il quale appunto per la distensione in cui si trova, unitamente agli altri, nel 4° momento agisce nel senso di tirare la testa dell' omero in cavità, a mano a mano che è libera per la rotazione interna. Perciò si può concludere che i muscoli con questo secondo meccanismo del processo, non solo sono coadiuvanti, ma addirittura nel 4° tempo contribuiscono, quali agenti principali, alla riduzione.

Il risultato di queste mie ricerche include anche, senza bisogno di ulteriori delucidazioni, la ragione per la quale col processo del K o c h e r la riduzione può avvenire in momenti diversi, evidentemente in rapporto colla sede ed estensione della rottura della capsula fibrosa.

Torna qui in acconcio di riferire come, in condizioni eccezionali anatomo-patologiche, io, nei miei esperimenti, abbia notato la possibilità di un ostacolo muscolare passivo, che impediva il movimento di rotazione esterna dell' omero, di assoluta necessità per avere poi la riduzione, s' intende col processo del K o c h e r.

Nelle condizioni comuni della lussazione sotto-coracoidea, i muscoli coraco-bracchiale e capo corto del bicipite si trovano sulla testa omerale, sicchè questa, nella rotazione esterna del braccio, vi scorre sotto e può spostarsi all' esterno. Ora in un caso, non ostante ripetute prove, non potevo ottenere la rotazione esterna efficace. Colla dissezione trovai che essi muscoli erano collocati all' esterno anzichè sopra il capo omerale, sì che costituivano un ostacolo al suo spostamento all' esterno. In simile circostanza il processo di riduzione col braccio orizzontale facilmente supera l' ostacolo.

Il risultato delle mie ricerche sull' azione dei muscoli, nella riduzione delle lussazioni sotto-coracoidee dell' omero, mi permette di trarre le seguenti conclusioni:

1.° Non è possibile in tesi generale assegnare ai muscoli una determinata azione generica, perchè in una stessa lussazione essa è interamente subordinata alla natura del processo messo in opera, e perchè, adoperando anche un medesimo processo, può subire modificazioni da peculiari condizioni anatomo-patologiche, anche in una stessa forma clinica di lussazione.

2.° Il muscolo sia agendo in modo attivo che passivo, non si può più, come pel passato, ritenerlo soltanto quale agente ostacolante, ma, coi moderni processi, può essere considerato anche quale fattore coadiuvante ed in alcuni casi assolutamente operante la riduzione. Certo però che non bisogna mai trascurare le altre circostanze anatomo-patologiche riferentesi al rapporto dei capi articolari, ed ai lembi capsulari illesi, sia pur preponderante l' influenza muscolare.

3.° La teoria dell'ostacolo muscolare attivo, trova conferma nel processo di riduzione caratterizzato da trazioni sul braccio orizzontale, perchè il chirurgo affronta direttamente molti muscoli tendenti tutti a mantenere il vizioso rapporto osseo.

4.° Col processo del Kocher l'opposizione muscolare è limitata soltanto a qualche muscolo e si supera facilmente coi movimenti a leva dell'arto, mentre la maggior parte agiscono in modo favorevole alla riduzione.

5.° Col suddetto processo, l'azione favorevole dei muscoli assume diversa importanza a norma della sede ed estensione della rottura della capsula fibrosa, se la lacerazione ha sede solo anteriormente, i muscoli coadiuvano semplicemente l'agente di riduzione che sta nel lembo postero-inferiore capsulare, se essa invece interessa anche il detto lembo, la riduzione, che si fa nel 4° tempo, avviene per opera precipua dei muscoli.

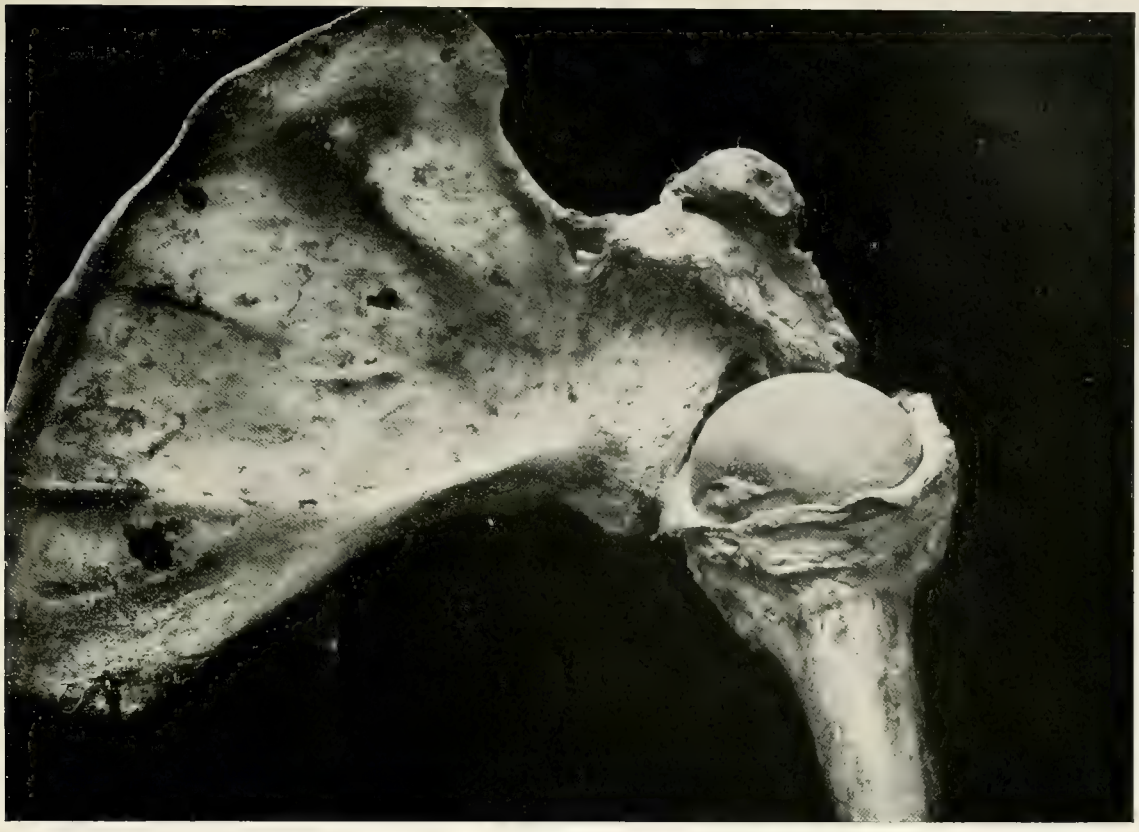


Fig. 1ª.

Fig. 2ª.

ANATOMIA MICROSCOPICA E SVILUPPO DEL SISTEMA INTERRENALE E DEL SISTEMA CROMAFFINE (SISTEMA FEOCROMO) DEI SALMONIDI

PARTE II. [1]

Sviluppo. [2]

MEMORIA
DEL
Prof. ERCOLE GIACOMINI

(letta nella Sessione del 26 Maggio 1912)

(CON SEI TAVOLE DOPPIE)

Sviluppo del sistema interrenale.

Ho studiato lo sviluppo del sistema interrenale in una serie completa di embrioni, di larve e di giovani di *Salmo lacustris*, di *S. fario* e di *S. irideus*, alla quale ho potuto aggiungere di recente una serie pure completa di stadi di *Salmo salar* a partire da embrioni della lunghezza di mm. 10.

Il materiale fu fissato per la massima parte in liquido di Tellyesniczky, che corrispose sempre ottimamente, e in parte, specialmente per il *Salmo salar*, in una miscela di liquido di Zenker (senza acido acetico) e formalina, secondo la formula di Helly e di Maximow (liq. di Zenker 10, formalina 1).

Debbo notare che si rileva una differenza piuttosto grande, rispetto al tempo, negli stadi di sviluppo, quando si confrontino gli embrioni che servirono a Felix per le sue contribuzioni allo studio dello sviluppo dei Salmonidi con quelli raccolti da me, il che del resto dipende dal fatto, già ben conosciuto e osservato dallo stesso Felix, che lo stadio di sviluppo può essere, ad una data epoca dalla fecondazione, più o meno avanzato a seconda della temperatura dell'ambiente e dell'acqua in cui avvenne l'incubazione. Nei nostri embrioni lo sviluppo ha proceduto più rapidamente che in quelli di Felix (3).

---

(1) Per la prima parte del lavoro vedasi: Giacomini E., Anatomia microscopica e sviluppo del sistema interrenale e del sistema cromaffine (sistema feocromo) dei Salmonidi. Parte I. Anatomia microscopica. *Memorie della R. Accad. delle Sc. dell'Istituto di Bologna, Clas. di Sc. Fis. Serie VI, Tomo VIII. 1910-1911.*

(2) In questa seconda parte del lavoro tratto dello sviluppo del sistema interrenale dei Salmonidi, avendo riserbato ad una successiva pubblicazione quanto si riferisce allo sviluppo del sistema cromaffine.

(3) La durata dello sviluppo embrionale, dalla fecondazione alla schiusa, fu, per le uova di *S. lacustris, S. fario* e *S. irideus* incubate nel nostro Laboratorio o nell'incubatorio della Società Pro Montibus, di 40 a 45 giorni. Anche gli avannotti crebbero molto più rapidamente. Avannotti di *Salmo salar*, schiusi alla metà del mese di gennaio, avevano raggiunto alla metà del mese di luglio, cioè dopo sei mesi dalla schiusa, la lunghezza totale di 45 mm. Avannotti di *S. lacustris* e di *S. fario* a sei mesi dalla schiusa misuravano persino 60-65 mm.

Tratterò prima dello sviluppo dell'interrenale anteriore o cefalico e poi di quello dell'interrenale posteriore rappresentato dai corpuscoli di Stannius.

Le descrizioni che seguono si riferiscono più particolarmente ai diversi stadi di sviluppo di questi organi in *Salmo lacustris.* Per quanto riguarda le ricerche in *S. fario*, *S. irideus* e *S. salar*, darò soltanto alcuni cenni, non riscontrandosi in queste specie differenze essenziali circa allo sviluppo del sistema interrenale in confronto a ciò che si osserva in *S. lacustris.*

Lo studio fu fatto non solamente sulle sezioni seriali trasversali ma anche su quelle sagittali.

Per l'illustrazione di quanto verrò esponendo, mi sono servito più specialmente delle figure ricavate da sezioni trasversali, perchè esse sono più dimostrative. Feci ricavare figure anche da sezioni sagittali, ma di queste figure ne ho riprodotta solamente una che si riferisce allo sviluppo dei corpuscoli di Stannius. Le figure di sezioni sagittali relative allo sviluppo dell'interrenale anteriore valgono benissimo a confermare quello che è indicato dalle figure di sezioni trasversali, ma non superano queste nell'efficacia dimostrativa.

Un breve cenno sullo sviluppo dell'interrenale anteriore e dei corpuscoli di Stannius nei Salmonidi fu da me già dato in due precedenti note (1).

Sviluppo dell' interrenale anteriore o cefalico.

Possiamo, come in genere suol farsi nel trattare dello sviluppo di organi, distinguere due periodi successivi nel processo di formazione dell'interrenale anteriore: quello della sua organogenesi, ossia delle prime fasi che riguardano il sorgere e il separarsi dell'abbozzo dell'organo dalla sua matrice; e l'altro che concerne le ulteriori sue fasi di sviluppo e la sua istogenesi, vale a dire le modificazioni secondarie e le trasformazioni istologiche che conducono alla sua specifica struttura.

Prime fasi dello sviluppo dell' interrenale anteriore.

Il primissimo accenno dell'interrenale anteriore o cefalico si ha in embrioni di giorni 22-23 dalla fecondazione e della lunghezza di mm. 4 circa, quando si è già abbozzata la camera interna del pronephros e l'uretere primario non si è ancora formato in tutta la sua lunghezza.

---

(1) Giacomini E. — Il sistema interrenale e il sistema cromaffine (sistema feocromo) in alcune specie di Teleostei con rene cefalico (pronephros) persistente. Caratteri differenziali fra interrenale anteriore e corpuscoli di Stannius. Cenno sullo sviluppo di questi organi nei Salmonidi. *Rendiconto delle Sessioni della R. Accad. delle Scienze dell'Istituto di Bologna. Classe di Sc. Fis. N. S. Vol. XIV. 1909-1910.*

— — Anatomia microscopica e sviluppo del sistema interrenale e del sistema cromaffine (sistema feocromo) dei Salmonidi. *Ibid. Vol. XV. 1910-1911.*

Vedasi anche la prima parte del lavoro e la mia seconda Memoria sul sistema interrenale etc. dei Murenoidi.

Esaminando la serie delle sezioni trasversali di un embrione a tale stadio, allorchè, col procedere verso l'indietro, si giunge a livello della porzione caudale della camera interna, nel punto in cui le due lamine viscerale e parietale delle placche laterali secondarie stanno per staccarsi o si sono appena staccate dalla camera interna, si osserva che da un lato e dall'altro le cellule della lamina viscerale, nel luogo in cui essa è situata ventralmente alla porzione caudale della detta camera del pronephros o subito caudalmente a questa e si dirige medialmente per riflettersi sull'intestino e formare il mesenterio, si allungano, divengono cilindriche alte, si dispongono in due o tre serie. Si vede cioè che l'epitelio celomatico (epitelio peritoneale) in questo punto s'ispessisce e prolifera verso il piano mediano e verso il lato dorsale, medialmente all'uretere primario o canale del pronephros (Tav. I, Fig. 1, *ia*). Tale ispessimento e tale proliferazione dell'epitelio celomatico ai lati della radice del mesenterio, che si sta formando, rappresentano il primissimo abbozzo dell'interrenale anteriore, il primissimo stadio della sua organogenesi.

Studiando la serie delle sezioni si rileva inoltre che il mesoderma intermedio (massa mesodermica intermedia) è situato dorsalmente a questo primo accenno dell'interrenale anteriore e che in direzione craniale passa al lato dorsale della camera del pronephros. Più cranialmente trovansi quelle parti del mesoderma intermedio indicate da Swaen e Brachet col nome di lamine intermedie.

Con la denominazione di mesoderma intermedio o massa mesodermica intermedia indico quel cumulo cellulare, veduto per primo da Oellacher nella Trota, che, situato da principio fra il somite e la placca laterale, viene successivamente a porsi nello spazio compreso fra la corda dorsale, l'intestino, lo sclerotomo e il canale del pronephros. Questo cumulo o cordone cellulare, come conviene meglio dirlo, quando ce lo raffiguriamo nel suo insieme, fu chiamato da Oellacher « intermediäre Zellmasse », da Henneguy « lame intermédiaire », da Felix « Venenstrang », da Sobotta « Blutstrang », da Swaen e Brachet « lames » e « masses intermédiaires ». Quest'ultimi autori osservarono come il mesoderma intermedio si prolunghi in avanti sino a livello del primo somite per mezzo delle lamine e cellule intermedie. Il mesoderma intermedio dà origine al sangue, alle vene cardinali posteriori, forse all'aorta, e una parte di esso, trasformandosi in mesenchima, dà origine al tessuto linfoide dei reni. È dubbio se il mesoderma intermedio fornisca, come di recente ha pensato Borcea (1), anche il materiale per i canalicoli urinari del mesonefro. H. E. Ziegler (1882) (2) e poi Wenckebach (1884) (3) videro per primi che dalla massa cellulare intermedia derivavano le vene cardinali e corpuscoli rossi.

---

(1) Borcea F. — Sur les masses mésodermiques intermédiaires et leurs dérivés chez les Téléostéens. *Comptes Rendus de l'Académie des sciences. Tome 149, p. 637-640. 1909.*

(2) H. E. Ziegler. — Die embryonale Entwicklung von Salmo salar. *Inaugural-Dissertation. Freiburg 1882.*

(3) Wenckebach K. F. — The development of the blood-corpuscles in the embryo of Perca fluviatilis. *Journ. for Anat. and Phys. Vol. 19.* Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische. *Arch. für mik. Anat. Band 28. 1886.*

In embrioni di 24-25 giorni dalla fecondazione e della lunghezza di mm. 5, nei quali l'uretere primario è già formato in tutta la sua estensione fino alla sua estremità posteriore cloacale, la proliferazione, che sopra abbiamo descritto, si è accresciuta, assumendo l'aspetto di gemma, e resa maggiormente manifesta; essa mantiene ancora le sue connessioni coll'epitelio peritoneale e presenta ancora i segni di una formazione pari (Tav. I, Fig. 2 e 3, *ia*). Vi si scorgono delle cariocinesi.

Le sezioni rappresentate nelle nostre Fig. 1, 2 e 3 cadono ad un livello, che è poco al di dietro di quello, pel quale passa la sezione trasversale di un embrione di *Trutta fario* di 32 giorni disegnata da Felix nella Fig. 5 (Tav. XXXIV-XXXV) delle sue contribuzioni allo sviluppo dei Salmonidi (1) e la sezione di un embrione di 37 giorni disegnata nella Fig. 7 del suo lavoro e riprodotta dallo stesso Felix nella Fig. 72 (pag. 128) del capitolo sullo sviluppo dell'apparecchio escretore nel trattato di embriologia comparata dei Vertebrati di O. Hertwig (2). Similmente è un poco più caudale delle sezioni di un embrione di Trota rappresentate nelle Fig. 35 e 36 del lavoro di Swaen e Brachet « Étude sur les primières phases du développement des organes dérivés du mésoblaste chez les poissons téléostéens » (3).

In altri embrioni della stessa età, nei quali però lo sviluppo è un poco più progredito, la gemma si è già separata dall'epitelio peritoneale o mostra soltanto qualche lieve connessione appena riconoscibile con la sua matrice (Tav. I, Fig. 4, *ia*). Si sta già effettuando per l'interrenale il secondo momento della sua organogenesi, il quale consiste nella separazione dell'abbozzo dall'epitelio celomatico.

In embrioni di 27-28 giorni dalla fecondazione e della lunghezza di mm. 5,5 è progredita l'individualizzazione dell'abbozzo dell'interrenale anteriore il quale, compiendo il secondo stadio della sua organogenesi, si è ora separato completamente dalla sua matrice, dall'epitelio celomatico, da cui trasse origine, e costituisce un corpicciuolo epiteliale di figura rotondeggiante nella sezione trasversale, situato sul piano mediano subito al di sotto (ventralmente) e al di dietro (caudalmente) della camera interna e del glomerulo (4) che frattanto si è venuto formando (Tav. I, Fig. 5 e 6, *ia*). L'abbozzo dell'interrenale anteriore in alcuni punti si mostra come impari, in altri si presenta con i segni della sua origine pari.

(1) Felix W. — Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Salmoniden. *Anatomische Hefte. Band VIII. 1897.*

(2) *Handbuch der vergleich. und exp. Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Herausg. von* O. Hertwig. *Band III. Teil I. Jena 1906.*

(3) *Archives de Biologie. Publiées par* E. van Beneden et Ch. van Bambeke. *Tome XVI. 1900.*

(4) Come si sa dalle ricerche di Felix, il glomerulo nella Trota e nei Teleostei in genere si forma da una parte dell'arteria mesenterica, dalla porzione glomerulare, la quale porzione si costituisce pari e si dilata a guisa di sacco (i due sacchi si uniscono caudalmente nel tratto efferente). Il glomerulo aveva già cominciato ad accennarsi nello stadio precedente.

I due abbozzi opposti si sono saldati e soltanto verso la loro parte caudale, in rapporto coll'accenno dell'arteria mesenterica, si lasciano distinguere come pari.

Quando si è costituito l'abbozzo dell'interrenale quale proliferazione solida e quando si è staccato dalla sua matrice, esso viene a trovarsi come incluso nella radice del mesenterio fra le pagine di questo, che perciò in tale punto, avendo le sue lamine allontanate l'una dall'altra per l'interposizione dell'abbozzo dell'interrenale, apparisce alla sua radice come ingrossato, mentre cranialmente e caudalmente al detto abbozzo mostrasi molto sottile, soprattutto nella sua porzione craniale, essendo le due pagine che lo costituiscono strettamente addossate fra di loro.

A quest'epoca si è già compiuta l'organogenesi dell'interrenale anteriore, intendendo con questa fase il proliferare e il successivo separarsi dell'abbozzo dall'epitelio celomatico. Il processo si svolge in breve tempo, cosicchè riesce difficile sorprenderne i vari momenti se non si esamina in una serie completa di giovanissimi embrioni.

Il processo di organogenesi dell'interrenale anteriore di *Salmo* somiglia assai nei suoi diversi momenti al processo di organogenesi dell'interrenale di *Scyllium stellare* descritto da Poll, e, pur astraendo dalla maggiore estensione della zona interrenale che si ha nei Selaci, parmi non privo d'interesse il far qui notare che molto persuasivo può a tale proposito riuscire il confronto delle nostre Figure 1, 2 e 3 con le Fig. 1, 2, 3, 5, per il primo stadio, e quello, per il secondo stadio, delle nostre Figure 4, 5, 6 e 7 con le Figure 6, 7, 8 della Tavola che accompagna il lavoro di Poll « Die Anlage der Zwischenniere bei den Haifischen » (1), le quali stesse Figure Poll ha riprodotto nel capitolo « Die vergleichende Entwickelungsgeschichte der Nebennierensysteme der Wirbeltiere » da lui scritto per il grande trattato di embriologia comparata dei Vertebrati pubblicato da O. Hertwig (2).

Non mi fu possibile determinare se si tratta effettivamente, come io ritengo e come sopra ho detto, di una sola proliferazione per lato o di più gemme disposte segmentalmente l'una dietro l'altra, ma, se anche si trattasse di più d'una proliferazione per lato, è certo che esse si riscontrano sopra una breve zona e ben presto si fondono in un solo abbozzo.

Caudalmente a questa breve, limitata, regione in cui sviluppasi l'interrenale anteriore io non sono riuscito a vedere nemmeno gemme abortive. Ammettendo, secondo il mio concetto, che il sistema interrenale sia stato anche nei Teleostei primitivamente esteso a tutto il tronco, si può pensare che in essi nel corso della filogenesi, per speciali ragioni difficili a precisarsi, sia scomparsa ben presto la serie delle gemme caudali. Come in certe forme di Selaci si hanno i segni di una riduzione in senso cranio-caudale della zona interrenale, così per i Teleostei può essersi verificata una riduzione in senso inverso, quantunque ontogeneticamente, stando alle mie osservazioni nei Salmonidi, non se ne scorgano più indizi.

---

(1) *Archiv für mik. Anatomie. Band 62. 1903.*

(2) *Handbuch der vergl. und exper. Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Herausg. von* O. Hertwig. *Band III. Teil I. Jena 1906.* Vedansi le Fig. 290, 291, 292, 294 a 297 (pag. 469-472).

Si ha molta somiglianza pure con quanto per lo sviluppo dell'interrenale dei Selaci fu descritto prima da Balfour (*Journ. of Anat. Phys. Vol. 11, 1876; A monograph on the development of elasmobranch fishes. London 1878*) e poi assai esattamente da C. Rabl (*Morpholog. Jahrbuch, Bd 19, 1873, Bd. 24, 1896*).

Tuttavia il fatto, già da me posto in evidenza con precedenti Memorie, che nelle Anguille e nei Murenoidi in genere l'interrenale anteriore è distribuito sopra una zona più estesa, tanto negli adulti quanto anche nelle larve (nei leptocefali) e nei giovani, trovandosi oltre che nel rene cefalico pure nella porzione craniale delle vene cardinali posteriori e del rene addominale, induce a pensare che, similmente, negli embrioni di queste forme la zona interrenale possegga una maggiore estensione e che pertanto nello sviluppo del sistema si possano avere più gemme interrenali disposte segmentalmente. Lo stesso sarebbe da supporsi per altre forme, per i Lofobranchi ad esempio, dove io ho del pari dimostrato l'esistenza dell'interrenale anteriore nei reni cefalici e lungo la porzione craniale delle vene cardinali posteriori.

Per i Salmonidi, anche cranialmente al luogo in cui abbiamo veduto formarsi l'abbozzo dell'interrenale, non s'incontrano altre gemme. Nei Selaci mancano, come ha notato Poll per lo *Scyllium stellare*, gemme interrenali cranialmente alle aperture del pronephros.

In una mia prima nota (1) dissi che non avevo ancora potuto stabilire se l'interrenale anteriore derivava dal mesoderma intermedio o dall'epitelio celomatico. Lo studio degli stadi più precoci mi tolse quel dubbio e dimostrò, come si è visto, che l'interrenale anteriore si origina, in ciascun lato, da una proliferazione solida dell'epitelio celomatico, subito al di sotto (ventralmente) e al di dietro del rene cefalico, del pronephros. E questa sua derivazione dall'epitelio celomatico è in pieno accordo con quanto si conosce circa all'organogenesi dell'interrenale nei Petromizonti, nei Selaci, negli Anfibi e in tutti gli Amnioti, e fornisce anche la prova embriologica che l'interrenale anteriore da me posto in evidenza nei Teleostei è veramente omologo all'interrenale dei Petromizonti, dei Selaci, degli Anfibii e degli Amnioti. Altrettanto non può affermarsi per l'interrenale posteriore ossia per i corpuscoli di Stannius dei Teleostei, poichè essi, come già annunziai e come sarà dimostrato più avanti, traggono la loro origine dall'epitelio della parete dorsale del canale del pronephros od uretere primario.

Ulteriori fasi di sviluppo ed istogenesi dell'interrenale anteriore.

Dopo avvenuta la separazione del primo abbozzo dell'organo dall'epitelio peritoneale, nelle ulteriori fasi del suo sviluppo l'interrenale anteriore si accresce e si sposta espandendosi, mediante un processo di proliferazione, di ramificazione e distacco delle sue parti, nell'interno del pronephros, del rene cefalico. D'altro canto i suoi elementi vanno frattanto assumendo quella disposizione e quella struttura che sono caratteristiche e specifiche dell'interrenale anteriore completamente formato. I caratteri istologici propri dell'interrenale anteriore nei Salmonidi, e può dirsi nei Teleostei in genere, si stabiliscono relativamente presto.

---

(1) l. c. *Rendiconto. Classe di Sc. fis. Vol. XIV. 1909-1910. Memorie. Tomo VII. 1909-10.*

In embrioni di 33-34 giorni e della lunghezza di mm. 6, l'abbozzo dell'interrenale anteriore, già del tutto separato dalla sua matrice con la quale non serba più alcun rapporto, si è accresciuto e si è esteso cranialmente, addossandosi alla parte caudale e ventrale dell'ampia camera interna o grande corpuscolo malpighiano, che frattanto si è venuto sempre meglio organizzando (Tav. I, Fig. 7, *ia*). Ed allora, procedendo nell'esame della serie delle sezioni in direzione cranio-caudale, si osserva, ventralmente alla porzione caudale delle due camere interne e del glomerulo del pronefro, un grande ammasso o corpo epiteliale che in certe sezioni appare come distinto in due parti laterali (Fig. 8 e 10) e che si continua per poche sezioni in dietro, dove lo si vede mettersi in rapporto con l'arteria mesenterica (1). Infatti si nota che esso circonda quasi a guisa di manicotto, come appare chiaramente anche nelle sezioni sagittali, questa arteria, la quale staccandosi, con la sua radice secondaria (Felix), dall'aorta, lo attraversa per dirigersi ventralmente ed uscire dalla faccia ventrale del pronefro (rene cefalico) al lato destro della radice del mesenterio (Fig. 9). Pertanto nelle sezioni trasversali, che cadono a questo livello, vedesi da ciascun lato dell'arteria mesenterica un ammasso epiteliale di forma presso a poco ovalare, coll'asse maggiore diretto verticalmente, dato appunto dall'abbozzo dell'interrenale anteriore (Fig. 9).

In questa disposizione dell'interrenale anteriore ai lati dell'arteria mesenterica si ha molta somiglianza con la situazione che mostrano le gemme più craniali dell'interrenale degli Anfibii anuri. In giovanissime larve (2) di Rana, come risulta da ricerche sullo sviluppo delle capsule surrenali di *Rana esculenta* e *R. temporaria*, che sta compiendo la Sig.na A. Jona, nostra allieva interna, si osserva appunto che le gemme interrenali più craniali si collocano ai lati dell'arteria mesenterica (a. celiaco-mesenterica) nel punto in cui questa si stacca dall'aorta comune, dandoci un'immagine assai simile a quella rappresentata dalla nostra Fig. 9, Tav. I.

Negli embrioni di 40 giorni, che stanno per schiudere e che hanno la lunghezza di circa 10 mm., quando il grande corpuscolo malpighiano si è maggiormente ingrandito, il canale del pronephros (uretere primario) ha cominciato ad avvolgersi in giri convoluti, le vene cardinali posteriori sono formate e ben distinte (3) ed ha cominciato a costituirsi il tessuto linfoide che s'intrometterà tra le anse del canale del pronefro, l'abbozzo dell'interrenale anteriore, da una parte e dall'altra, accrescendosi, si estende lateralmente (Tav. I, Fig. 11 e 12, e Tav. II, Fig. 13, *ia*), comincia cioè ad inviare delle propaggini lateralmente ed anche dorsalmente. Costeggiando l'arteria mesenterica, si avanza

(1) Con la porzione permanente dell'arteria mesenterica (vaso efferente del glomerulo). Alla porzione permanente dell'arteria mesenterica, la quale riceve il vaso efferente del glomerulo, si unisce la radice secondaria dell'a. mesenterica medesima che diviene poi la vera radice dell'a. mesenterica.

(2) Della lunghezza totale di mm. 5-6 e della lunghezza parziale di mm. 1-1,5 (dall'apice del muso alla radice della coda).

(3) In avanti, nella porzione craniale, si hanno due vene cardinali posteriori, in dietro invece si ha una sola vena cardinale, la vena mediana (v. card. mediana) o Stammvene.

dorsalmente a lato della camera interna e invia prolungamenti lateralmente tra il tessuto linfoide e tra le anse del canale del pronefro. Nelle Fig. 11 e 12 della Tav. I e nella Fig. 13 della Tav. II, le quali cadono poco al di dietro del grande corpuscolo malpighiano (a livello del punto in cui la radice secondaria dell'arteria mesenteria si stacca dall'aorta) e si seguono l'una all'altra in direzione caudale, si vede dapprima l'interrenale sulla faccia ventrale dell'arteria mesenterica (Fig. 11 e 12) e poi sulle faccie laterali di questa (Fig. 13), e si vede anche come esso tenda ad espandersi lateralmente per mezzo di propaggini.

Negli embrioni dell'età di 47 giorni dalla fecondazione e a cinque o sei giorni circa dalla schiusa, della lunghezza di mm. 13, il rene cefalico è ben costituito, le camere interne e i glomeruli sono grandi. Il canale del pronefro è ampio e già assai convoluto, tantochè in una sezione trasversale si può vederlo colpito dal taglio quattro o cinque volte. Fra i tratti convoluti del canale del pronefro nella porzione craniale del pronefro medesimo manca ancora od è pochissimo sviluppato il tessuto linfoide, il quale invece nella porzione posteriore è maggiormente manifesto e s'interpone tra le anse dell'uretere primario. La rete venosa è ampiamente sviluppata in tutto il pronefro ed ai lati di questo si veggono le vene cardinali, da cui la rete dipende. Negli embrioni di 47 giorni l'interrenale anteriore, che ha principiato, frattanto, ad assumere la forma di cordoni epiteliali, si è avanzato cefalicamente sulla faccia inferiore (ventrale) del pronefro e di là, nello stesso tempo, si estende ai lati, salendo inoltre dorsalmente (1) lungo la faccia esterna dei due corpuscoli malpighiani, e per tal modo s'intromette fra le anse dell'uretere primario. Anche dalla sua parte posteriore si espande lateralmente.

Scorrendo la serie delle sezioni in senso cranio-caudale, l'interrenale, sotto forma di cordoni epiteliali, comincia a vedersi ai lati della parte posteriore delle camere interne oppure, variando alquanto la disposizione da embrione ad embrione, ventralmente a questa porzione posteriore delle camere interne, addossato alla loro parete. Poi, un po' più caudalmente, si situa sulla faccia ventrale dell'arteria mesenterica, di dove, procedendo ancora più in dietro, passa a collocarsi ai lati di quest'arteria ed infine sulla sua faccia dorsale, cosicchè in certa maniera l'interrenale viene a porsi all'intorno dell'arteria mesenterica e ai lati del piano mediano.

Nella sua parte posteriore, situata dorsalmente all'arteria mesenterica, l'interrenale offre, in modo ancor più evidente, l'aspetto di cordoni o trabecole epiteliali, le quali possono essere ripiegate od incurvate su sè stesse, in guisa da circoscrivere anche piccoli spazi in cui si scorge qualche eritrocito. Un'attenta osservazione dimostra che tali spazi rappresentano spazi sanguigni o meglio piccoli sinusoidi, che si stanno formando nel tessuto dell'interrenale o, più precisamente, che, a guisa di evaginazioni o ripiegamenti di tratti della parete endoteliale venosa, penetrano in quel tessuto dalla rete venosa in cui esso si trova.

---

(1) Anche in *Scyllium* l'interrenale, prendendo origine ai lati della radice del mesenterio, si può poi spostare dorsalmente (vedasi Poll in O. Hertwig *'s Handbuch der vergl. u. exp. Entwickl., Bd. 3, Teil 1*, Fig. 278 e in *Arch. f. mik. Anat. Bd. 62*, Tf. VIII).

Gli elementi dell'interrenale anteriore, quantunque piuttosto piccoli, appariscono ora con più manifesti caratteri di cellule epiteliali, e quanto alla loro forma, sono, specialmente in certi tratti dei cordoni da essi costituiti e all'intorno dei sinusoidi, cilindrici o cubici. Nel loro insieme i tratti del tessuto interrenale hanno nei preparati un colore chiaro, già a questo stadio, che li fa risaltare di fronte al colore scuro, intenso, dei tratti di tessuto linfoide.

D'ora in avanti l'interrenale si espanderà sempre maggiormente nel rene cefalico ed andrà sempre meglio differenziandosi, compiendo anche le diverse fasi della sua istogenesi che lo portano ad acquistare i caratteri che offrirà nell'adulto.

Il fatto dell'espandersi dell'interrenale anteriore per mezzo di proliferazioni, le quali poi col proseguire dello sviluppo si staccano e formano non solo cordoni ma anche lobuli e isole distinte, apparisce ancor più evidente in larve di 61 giorni dalla fecondazione, 20 giorni circa dalla schiusa, e della lunghezza di mm. 20-21. A questo stadio il rene cefalico è nella pienezza del suo sviluppo e della sua funzione; le camere interne sono molto grandi e i glomeruli assai sviluppati. Il canale del pronephros forma numerose convoluzioni, cosicchè, a livello dei corpuscoli malpighiani, esso può vedersi, da un lato e dall'altro, tagliato sette od otto volte in una medesima fetta. Il tessuto linfoide è già discretamente abbondante.

Seguendo la serie delle sezioni in senso cranio-caudale, già prima di giungere sul grande glomerulo o quando si sta per arrivarvi, mostrasi l'interrenale anteriore a guisa di lobuli epiteliali situati ventralmente alla capsula del glomerulo e addossati ad essa (Tav. II, Fig. 14, *ia*). E da questo livello in poi, seguendo la serie delle sezioni, si scorgono sempre lobuli d'interrenale, i quali si espandono inviando delle propaggini fra i tratti covoluti del canale del pronephros. Essi si trovano più specialmente in vicinanza del piano mediano o sul piano mediano medesimo e di là si spingono lateralmente (Tav. II, Fig. 15 e 16, *ia*). Quando, nello scorrere la serie delle sezioni, si giunge sul limite caudale delle camere interne, i lobuletti o isole epiteliali dell'interrenale diventano più numerose e più grandi. Abbondano maggiormente ai lati del piano mediano, ai lati dell'arteria mesenterica (Tav. II, Fig. 17), e se ne veggono anche dorsalmente a quest'arteria. Ai lati del piano mediano, quando l'arteria mesenterica, dopo aver decorso per un certo tratto caudalmente, esce dal pronephros (1) e cammina a destra sulla faccia ventrale di questo, si veggono correre in direzione cranio-caudale due grossi cordoni d'interrenale (Tav. II, Fig. 18). Frattanto il canale del pronephros assume in questa regione un decorso quasi diritto, essendo qui poco o punto ondulato.

Può dirsi, circa al modo suo di estendersi, che l'interrenale anteriore invia propaggini le quali si ramificano e si staccano, cosicchè lobuli ed isole

(1) L'arteria mesenterica o celiaco-mesenterica nell'uscire dal pronephros si divide in due rami che poi corrono caudalmente quasi paralleli lungo il pancreas, il fegato e l'intestino. Questo comportamento dell'a. mesenterica appare anche maggiormente manifesto negli stadi più avanzati; H. F. Ziegler (*Arch. f. mik. Anat., Bd. 30. 1887*) lo descrisse brevemente, ma in modo esatto.

di questo tessuto vengono a trovarsi anche lontane dal luogo di origine del primitivo abbozzo dell'interrenale. L'interrenale, estendendosi, si frammenta e i suoi frammenti si spostano e si disseminano nel pronephros tra le anse dell'uretere primario e in mezzo al tessuto linfoide ivi interposto.

Le isole o cordoni d'interrenale risaltano ora sul tessuto linfoide, perchè sono di aspetto più chiaro, costituiti da cellule di carattere schiettamente epiteliale, mentre le isole o zolle (trabecole) linfoidi risultano di piccoli elementi rotondi, di piccoli linfociti dal nucleo rotondo scuro intensamente colorato, dal citoplasma scarso, molto stipati fra loro. Nelle isole d'interrenale si veggono dei piccoli spazi sanguigni con entro qualche eritrocito, i quali spazi simulano talora come dei lumi di canalicoli. Si tratta dei primi sinusoidi che si stanno formando e che vedemmo già accennati nello stadio precedente per l'inoltrarsi di anse vascolari venose nelle isole.

Quando si è allo stadio in cui le isole o lobuli dell'interrenale anteriore cominciano a interporsi fra le anse del canale del pronephros, si ha una disposizione che ricorda assai da vicino quella da me descritta nelle larve dei Petromizonti, nell'*Ammocoetes*, dove la porzione anteriore (craniale) dell'interrenale è situata sotto forma di lobuli o isole epiteliali in corrispondenza del pronephros tra i suoi canalicoli urinari. La somiglianza spicca ancor più al momento in cui il pronephros è nel suo maggiore sviluppo e nella sua piena attività.

Negli avannotti di 88 giorni (48 giorni circa dalla schiusa) e della lunghezza di mm. 25, le disposizioni del pronephros e dell'interrenale anteriore si sono ancor meglio delineate e stabilite. Si è già costituita una ricca rete venosa, il tessuto linfoide è divenuto abbondante, disposto a zolle o trabecole più grandi e più piccole tra gli spazi sanguigni. Il canale del prorene è molto convoluto. Le isole d'interrenale sono aumentate di numero e si sono estese, ramificandosi e suddividendosi sotto forma di cordoni epiteliali ben manifesti (Tav. II, Fig. 19-20, Tav. III, Fig. 21-24).

Esaminando in direzione cranio-caudale la serie delle sezioni dell'avannotto di *S. lacustris* di 88 giorni, già prima di arrivare al grande corpuscolo malpighiano si vedono lateralmente due isole di tessuto interrenale interposte fra le zolle di tessuto linfoide e tra le anse del canale del pronephros. Procedendo caudalmente con lo studio delle sezioni, le isole di interrenale divengono più numerose e sono più frequenti in vicinanza del piano mediano; in una stessa sezione se ne possono scorgere quattro o cinque (Fig. 19, *ia*). Se ne vedono anche a livello delle camere interne (Fig. 20 e 21, *ia*). Più indietro, ai lati di quel tratto dell'arteria mesenterica che scorre dentro al pronefro per attraversarlo, sono ancora più abbondanti, e caudalmente alle camere interne, sorpassata cioè la regione del grande corpuscolo malpighiano, divengono sempre più numerose ed estese (Tav. III, Fig. 22 e 23, *ia*). Il canale del pronefro a questo livello è meno convoluto e va assumendo un decorso quasi diritto. Nel punto in cui l'arteria mesenterica sta per uscire dal rene cefalico, si vedono ai lati di essa, sulla faccia ventrale del rene, irradiarsi nell'interno di questo, verso il lato dorsale, tre cordoni d'interrenale (Tav. III, Fig. 24, *ia*).

I cordoni d'interrenale, nelle diverse sezioni, cadano queste più cranialmente o più caudalmente, hanno vario aspetto, potendo apparire sia quali cordoni più o meno lunghi non ramificati o ramificati (come in modo speciale si osserva nelle Fig. 22 e 23 e come meglio mostra la Fig. 25 che riproduce a maggiore ingrandimento una parte d'una sezione, vicina a quella della Fig. 23, in cui si trovano cordoni ramificati), sia quali aree rotondeggianti, che in parte rappresentano cordoni colpiti dal taglio in senso trasversale. Nel modo che si rileva pure dalle figure, i cordoni di interrenale hanno nell'insieme la forma e l'andamento delle isole o zolle di tessuto linfoide tra le quali si trovano intercalati o con le quali sono anche in continuazione (Fig. 25). Se ne distinguono però assai agevolmente, soprattutto quando se ne abbia esatta conoscenza, per l'aspetto e per i caratteri strutturali degli elementi che li compongono, i quali appaiono subito come piccoli elementi epiteliali cilindrici o cubici o di svariata forma poliedrica, con citoplasma discretamente abbondante trasparente e con i nuclei chiari vescicolari, rotondeggianti o leggermente ovalari, con manifesto reticolo cromatico. Le cellule linfoidi, per contro, come già si è precedentemente ricordato, posseggono poco protoplasma d'aspetto scuro ed hanno un nucleo rotondo d'apparenza omogenea e che si colora intensamente in scuro.

I cordoni epiteliali d'interrenale offrono invece qualche somiglianza con i tratti del canale del pronefro od uretere primario, ed anzi, a tale riguardo, giova notare che si potrebbe talvolta restare dubbiosi se effettivamente si abbia innanzi al nostro occhio un cordone d'interrenale o non piuttosto un'ansa dell'uretere primario tagliata tangenzialmente. Ma, a parte che l'attento studio della serie delle sezioni rivela sempre nelle anse del canale del pronefro un distinto lume (il che, fatta astrazione dalla presenza di sinusoidi, non accade mai per i cordoni e le isole d'interrenale, le quali appaiono sempre come tratti solidi), tali cordoni e tali isole di interrenale, quando di essi siasi acquistata una precisa cognizione, si distinguono pure facilmente dalle anse dell'uretere primario, anche da quei suoi tratti che siano stati colpiti tangenzialmente dalla sezione e che perciò non mostrino lume, apparendo quindi come gruppi o accumuli solidi di cellule epiteliali, per i peculiari caratteri degli elementi cellulari che li costituiscono. Le cellule rivestenti le anse del canale del pronephros sono di forma cilindrica prismatica o cubica, sempre disposte sopra una sola serie, nettamente delimitate, e nelle sezioni tangenziali della parete delle anse appariscono di figura poligonale (esagonale) ben distinta.

In alcuni punti le isole d'interrenale si mostrano a guisa di cordoni epiteliali che dal mezzo del pronephros si irradiano lateralmente (Fig. 22 e 23, *ia*), come se appunto tendessero ad accrescersi e ad espandersi fra le trabecole di tessuto linfoide e fra le circonvoluzioni del canale del prorene.

Le isole e i cordoni d'interrenale sono nettamente delimitati dall'endotelio, che alla loro superficie strettamente si applica, in tutte quelle loro parti, con le quali esse circoscrivono o concorrono a circoscrivere sinusoidi.

Nell'interno dei cordoni e delle isole si possono vedere dei piccoli spazi sanguigni o meglio dei piccoli sinusoidi con eritrociti, donde la possibilità di attribuire a tali formazioni il valore di organi ematopoietici, come fu asserito da Felix che credette di vedere

in esse i focolai per la nuova formazione di corpuscoli sanguigni, particolarmente di corpuscoli rossi. Nel modo che sarà detto più avanti, Felix vide nei reni cefalici degli embrioni e dei piccoli di *Salmo salar* certi speciali cordoni, che corrispondono a quelli dei quali abbiamo seguìto sin qui l'origine e l'ulteriore sviluppo, e che egli chiamò cordoni epitelioidi, ritenendoli costituiti di cellule epitelioidi fatte da lui derivare dalla proliferazione di elementi della parete della vena; dalla quale parete provengono, secondo Felix, elementi che assumono l'aspetto di cellule linfoidi con protoplasma scarso, nucleo scuro, omogeneo, e una parte dei quali divengono cellule epitelioidi. Egli credette che tali cellule epitelioidi si trasformassero poi in corpuscoli rossi del sangue. Il tessuto linfoide fu da Felix, avuto riguardo a questa supposta sua origine e composizione, chiamato col nome di tessuto pseudolinfoide.

Ma dallo studio dello sviluppo dell'interrenale anteriore, che io ho fin qui esposto, partendo dai suoi primordi, risulta chiaramente che i cordoni epitelioidi di Felix non sono altro che l'abbozzo, già molto avanzato, dell'interrenale anteriore, abbozzo che, ad un'epoca piuttosto tardiva, si mostra appunto sotto la forma di cordoni epiteliali, e risulta altresì che questi non hanno niente che fare geneticamente con lo sviluppo del tessuto linfoide. Quest'ultimo è perciò un vero tessuto linfoide (1) e non un tessuto pseudolinfoide come lo denominò il Felix, denominazione che io stesso seguii prima di avere appreso da queste mie ricerche embriologiche quale veramente fosse l'origine e il successivo comportamento di tali formazioni. Il tessuto linfoide è di origine mesenchimatica (2).

Dallo stadio di 88 giorni sopra descritto ed in cui cominciano già a stabilirsi le condizioni che poi si rinvengono nell'adulto per rispetto alla distribuzione e alla topografia, e anche in parte per la struttura, dell'interrenale anteriore, possiamo passare senz'altro a descrivere lo stadio presentatoci da un avannotto di *Salmo lacustris* di 116 giorni dalla fecondazione (76 giorni circa dalla schiusa), nel quale si sono rese anche maggiormente manifeste le disposizioni e i caratteri strutturali che per l'interrenale anteriore abbiamo indicato nell'adulto. A tale stadio gli avannotti sono oramai dei piccoli pesciolini lunghi mm. 35.

---

(1) Con ciò non intendo negare che nel tessuto linfoide dei reni dei Teleostei adulti si compia, come videro Bizzozero e Torre nel 1883 (*Memorie R. Accad. Lincei Vol. 18*) e come ritenne anche H. E. Ziegler nel 1887 (*Archiv für mik. Anat. Band 30*), la funzione ematopoietica. Anche Balfour (1881 e 1882) espresse il pensiero che il tessuto linfoide fosse da riguardarsi come un luogo di formazione o dei corpuscoli linfatici o dei corpuscoli sanguigni rossi. Emery pure (*Mem. Accad. Lincei* 1882 e *Zool. Anz., Bd. 8,* 1885) fu di parere che il tessuto linfoide del rene rappresentasse un organo ematopoietico. Sw. Vincent (*Transactions of the Zool. Soc. Vol. 14, Part III,* 1897) lo considera come un luogo di distruzione dei globuli rossi.

(2) Audigé (*Archiv. de Zool. expér. et gèner. Sér. 5. T. 4. 1910*), sebbene anche egli lo chiami pseudolinfoide, ha dimostrato, nel *Barbus*, che vi si trova un reticolo connettivale, cioè un tessuto reticolare, fatto di cellule stellate, le quali anastomizzano tra loro i propri prolungamenti. Il reticolo sarebbe invece mancato per Felix ed anzi egli da tale presunta mancanza traeva altra ragione per non ritenerlo un vero tessuto linfoide.

A questa età il rene cefalico è ancora ben funzionante. Le due camere interne sono strettamente addossate l'una all'altra, i glomeruli ancora molto grandi e assai ben distinti, quantunque abbiano già cominciato ad avvizzirsi alquanto ed a raggrinzarsi un poco. Da ciascuna camera interna parte il canale del prorene, il quale si avvolge poi su sè stesso in giri convoluti piuttosto ampi (Tav. IV, Fig. 33, 34 e 35). La massa del tessuto linfoide, nella quale si trova già depositato una discreta quantità di pigmento nero (1), è molto aumentata (Fig. 32-35) e le due masse linfoidi dei reni cefalici sono saldate fra di loro sulla linea mediana, tranne che per il breve tratto attraversato, caudalmente al corpuscolo malpighiano, dall'arteria mesenterica. I cordoni o zolle linfoidi sono più ravvicinate che nello stadio precedente. Nel loro insieme le due masse linfoidi hanno nelle sezioni trasversali una figura triangolare coll'apice smusso rivolto dorsalmente e la larga base rivolta ventralmente. Può dirsi che oramai la massa linfoide del rene cefalico ha già acquistato la forma descritta per l'adulto e, come in questo, lungo la sua linea mediana dorsale presenta un solco in cui scorre l'aorta.

Nella massa linfoide decorrono i giri convoluti del canale del pronefro e si trovano inoltre immerse le isole dell'interrenale anteriore. I tagli delle circonvoluzioni del canale del pronefro, a causa del notevole aumento del tessuto linfoide che vi s'interpone, appaiono ora allontanati fra loro e come sparsi in questo tessuto.

Seguendo la serie delle sezioni in senso cranio-caudale, il rene cefalico o, meglio, le masse linfoidi del rene cefalico cominciano quando nelle sezioni sta per cessare l'apparecchio branchiale, ad un livello che cade in corrispondenza, circa, del terzo ganglio o tra il terzo e il quarto ganglio spinale, presso a poco a livello dell'apice del ventricolo del cuore. Esse stanno situate fra l'aorta e l'esofago. Dapprima, ossia verso il loro apice craniale, sono piccole e strette (Fig. 32), poi si slargano trasversalmente (Fig. 33-35). Da principio non contengono nè canale del pronefro nè isole d'interrenale anteriore; ma già prima che si raggiungano le camere interne e prima ancora che si veggano sezioni del canale del prorene, si mostrano le isole d'interrenale anteriore, le quali sono ben manifeste anche a piccolo ingrandimento (Tav. IV, Fig. 32, *ia*). Esse compariscono tanto verso il mezzo quanto verso le parti laterali delle masse linfoidi. Poco dopo che si è cominciato ad incontrare le isole d'interrenale anteriore, si scorgono, già avanti di arrivare sul corpuscolo malpighiano, anche sezioni dei giri convoluti del canale del prorene.

A livello delle camere interne e del punto in cui dalle medesime emana il canale del prorene (2), si notano, insieme alle anse di detto canale, delle grandi isole di tessuto interrenale (Tav. IV, Fig. 33), taluna delle quali può col suo asse maggiore uguagliare tre volte circa il diametro trasverso dell'uretere primario. A questo livello (Fig. 33, *ia*) le isole sono disposte quasi in serie trasversale e si estendono dalla faccia inferiore del corpuscolo malpighiano fin presso al margine esterno della massa linfoide. In una delle prime sezioni di questa regione s'incontrano quattro isole d'interrenale e cioè tre dal lato sinistro

(1) Il pigmento è stato omesso nelle Figure.

(2) Quel suo primo tratto indicato da Felix come pseudo-canalicolo. Il canalicolo segmentale di Swaen e Bracht.

e una dal lato destro; poi, un poco più indietro, anche dal lato destro diventano tre o quattro, sicchè prima di oltrepassare il glomerulo sono tre o quattro isole da un lato e dall'altro, senza contare alcune altre piccole isolette che sono sezioni di propaggini di quelle più grandi. Sorpassato caudalmente il glomerulo e divenute nuovamente fuse tra loro le due masse linfoidi, le isole d'interrenale si mantengono pure in numero di tre o quattro per lato, ma aumentano maggiormente di estensione e si spingono anche più lateralmente; quelle mediane sono più grandi (Tav. IV, Fig. 34 e 35). Alcune delle isole, come dimostrano la Fig. 34 della Tav. IV e la Fig. 36 della Tav. V, sono disposte attorno al lume della vena cardinale posteriore destra. Infine, procedendo indietro, le isole d'interrenale diminuiscono e prima di giungere all'estremo caudale del rene cefalico, al punto, cioè, nel quale le due masse linfoidi si separano l'una dall'altra durante un certo tratto (la zona di passaggio), prima di continuarsi ciascuna col mesonefro del rispettivo lato, le isole d'interrenale cessano del tutto sulla parte mediana e soltanto sulle parti laterali se ne scorge ancora qualcuna. Come si vede, si hanno oramai nelle linee principali le disposizioni dell'adulto.

Le isole s'ingrandiscono, gli elementi che le costituiscono, acquistano sempre più i caratteri di cellule epiteliali secernenti. I sinusoidi nelle isole aumentano di numero e di ampiezza per guisa che le isole a poco a poco vengono a risultare di cordoni o trabecole epiteliali ramificate ed anastomizzate fra loro (Tav. V, Fig. 36, 37 e 38), le quali formano un reticolato nelle cui maglie sono compresi i sinusoidi. Si vanno per tal modo raggiungendo le caratteristiche della struttura descritta per l'interrenale anteriore dello stato adulto e sotto tale riguardo giova confrontare le Fig. 37 e 38 della Tav. V con le Fig. 2 e 3 della prima parte di questo lavoro, in cui sono rappresentate a medio e a forte ingrandimento una grande isola ed una parte della medesima appartenente all'interrenale anteriore di un esemplare adulto di *S. fario*.

Nelle isole più piccole i sinusoidi mancano ancora o sono meno evidenti e le trabecole, stando maggiormente avvicinate fra loro, mantengono l'aspetto di lobuletti epiteliali.

Le cellule epiteliali (Fig. 37 e 38), che compongono i cordoni e le trabecole, hanno ora acquistato dimensioni maggiori, sebbene non per anco uguali a quelle che presentano nell'adulto, e sono come in questo di varia forma, cilindriche o prismatiche non molto alte, cubiche o in altra maniera poliedriche, a seconda del modo con cui si trovano disposte nelle trabecole. Hanno citoplasma chiaro finamente granuloso e nucleo d'aspetto vescicolare di regola sferico, più di rado leggermente ovalare, provvisto di nucleolo. Somigliano insomma a quelle dell'adulto e può dirsi che l'interrenale anteriore ha ora compiuto la sua istogenesi.

Negli stadi ulteriori avviene a poco a poco la regressione e la scomparsa del canale del pronephros e l'atrofia del grande corpuscolo malpighiano, mentre vanno sempre più accrescendosi le trabecole e le isole d'interrenale e si accresce anche la massa linfoide.

Però, come dissi già nella prima parte del lavoro, anche quando è completamente scomparso il canale del pronephros, rimangono tuttavia traccie del grande corpuscolo malpighiano atrofico.

Non mi soffermerò a descrivere il processo di regressione del pronephros, del quale processo ebbe ad occuparsi anche il Felix e sul quale io stesso m'intrattenni nella prima parte di questo lavoro e mi limiterò soltanto a far notare il fatto, per noi di maggiore interesse, che anche durante il processo regressivo del prorene non si rileva mai alcun segno di derivazione delle isole epiteliali dell'interrenale anteriore da trasformazione di tratti del canale del pronephros, che regredisce e scompare. Come già dissi nella prima parte del lavoro, seguendo l'evolversi di queste due diverse e distinte formazioni in esemplari sempre più avanzati di età, si osserva che col tempo le isole o lobuli dell'interrenale anteriore si accrescono ed acquistano sempre più manifestamente i loro caratteri strutturali definitivi, mentre le anse del canale del pronephros si atrofizzano e scompaiono. Del canale del pronephros si conserva più a lungo il tratto posteriore che percorre la regione di passaggio al mesonephros, tantochè esso può vedersi ancora in esemplari di uno o due anni.

Che l'interrenale anteriore non provenga dalla trasformazione di tratti del canale del pronephros che regredisce, è del resto provato, oltrechè dal fatto del suo abbozzarsi assai precocemente e in modo indipendente, dall'altro fatto della sua esistenza, da me dimostrata, anche in quelle forme in cui il pronephros non si atrofizza e permane funzionante pure nell'adulto.

Quello che sono venuto fin qui esponendo si riferisce, come avvertii in principio, più particolarmente allo sviluppo dell'interrenale anteriore in *Salmo lacustris*.

Dovrei ora dire delle ricerche che eseguii in *S. fario*, *S. irideus* e *S. salar*, ma per esse, dopo la descrizione dei risultati ottenuti in *S. lacustris*, basteranno poche parole.

Le osservazioni fatte sullo sviluppo dell'interrenale anteriore in *Salmo fario*, *S. irideus* e *S. salar* dimostrano che non vi sono differenze essenziali con quanto ho descritto al riguardo per il *Salmo lacustris* e che anche nelle suddette specie il processo di formazione dell'interrenale anteriore, soprattutto durante le prime fasi, si svolge in modo identico.

In *S. fario* ho trovato che il tessuto linfoide si mostra già abbondante e addensato in stadi della lunghezza di mm. 17-21, cosicchè riesce meno agevole scorgere in mezzo ad esso le isole d'interrenale, le quali però non sfuggono ad un attento esame. Esse si mostrano più specialmente distribuite lungo le vicinanze dell'arteria mesenterica e di là si estendono anche sulle parti laterali del pronephros. La Fig. 26 della Tav. III e le Fig. 27 a 31 della Tav. IV rappresentano sei sezioni trasversali del pronephros di un avannotto di *S. fario* lungo 21 mm., susseguentisi l'una all'altra in direzione cranio-caudale. La Fig. 26 è ricavata da una sezione che cade al davanti (cranialmente) del grande glomerulo del pronefro e lascia vedere ai lati del piano sagittale due isole piuttosto grandi d'interrenale anteriore, un'altra isola più piccola è situata a destra tra due tagli del canale del pronephros. La Fig. 27 riproduce una sezione a livello delle camere interne del pronefro e vi

si veggono due isole d'interrenale dorsalmente alle dette camere ed una ventralmente a sinistra. Le Figure 28 a 30 seguono caudalmente al grande glomerulo e presentano isole d'interrenale situate in vicinanza o all'intorno dell'arteria mesenterica. La Fig. 31 colpisce il pronephros presso il suo estremo posteriore (caudale), quando l'uretere primario sta per assumere un decorso diritto e l'arteria mesenterica (a. celiaco-mesenterica) sta per uscire dalla faccia ventrale del rene cefalico; vi si veggono due isole d'interrenale situate presso l'arteria mesenterica ed una a sinistra in mezzo al tessuto linfoide. Senza entrare in più minuti dettagli descrittivi, l'interrenale anteriore, come si rileva da uno sguardo alla serie delle figure 26 a 31, già in queste larve della lunghezza di 20-21 mm. si è esteso con i suoi cordoni a quasi tutto il pronephros, dal margine craniale della camera interna fino all'estremo posteriore del rene cefalico. Tale distribuzione dell'interrenale anteriore è simile a quella che abbiamo conosciuta in *S. lacustris* ad uno stadio corrispondente, soltanto è da notare che in *S. fario* le isole d'interrenale potrebbero, ad un primo esame, anche più facilmente scambiarsi con tagli tangenziali di tratti del canale del pronephros.

Con speciale attenzione ho studiato i diversi stadi di sviluppo del pronephros e dell'interrenale anteriore di *S. irideus*, essendo questa la specie di cui B. Haller si servì per le sue ricerche sullo sviluppo dell'apparato escretore dei Teleostei e nel pronephros della quale egli descrisse e disegnò certe formazioni epiteliali da lui erroneamente ritenute come rudimento di tre o quattro canalicoli urinari trasversali con i loro corpuscoli renali.

Quantunque le mie indagini in *S. lacustris* e *S. fario* mi avessero già dimostrato l'erroneità dell'interpretazione di Haller, e quantunque non fosse da aspettarsi che le cose si comportassero diversamente in *S. irideus*, volli in modo particolare indagare se per avventura in questa specie esistessero veramente canalicoli urinari rudimentali del pronefro. Ma, con l'attento studio dei vari stadi, fatto tanto sulle sezioni seriali trasversali quanto su quelle sagittali, oltre a constatare che in *S. irideus* lo sviluppo del pronephros procede alla stessa maniera che nelle altre forme, potei accertarmi che le parti riguardate da Haller quali rudimenti di canalicoli o di organi segmentali non sono altro che cordoni dell'interrenale anteriore già discretamente progredito nello sviluppo come appunto esso si mostra in embrioni di 6 mm. (1) i più giovani esaminati da Haller, e ancor più avanzato poi in quelli di maggior lunghezza, come dovrò di nuovo e meglio rilevare nelle considerazioni critiche (2). Del resto, parlando dello sviluppo dell'interrenale anteriore in *S. lacustris* e in *S. fario*, ho già sopra notato che, non conoscendo le disposizioni nell'adulto, si può essere tratti in inganno per una certa somiglianza che i cordoni d'interrenale ante-

(1) Veramente questa lunghezza mi sembra troppo piccola perchè in embrioni di tale misura si possano vedere le disposizioni descritte e figurate da Haller.

(2) Esaminando la Fig. 1 nel testo del lavoro di Haller, è facile rilevare che le parti che egli indica come corpuscoli renali dei presunti canalicoli rudimentali sono precisamente quelle formate da porzioni dei cordoni dell'interrenale anteriore. Tale apparenza si ha soprattutto nelle sezioni sagittali, come è quella della Figura di Haller.

riore offrono talvolta con formazioni simili a canalicoli o con sezioni tangenziali di tratti del canale del pronephros.

Per lo studio dello sviluppo dell'interrenale anteriore di *S. salar* eseguii ricerche sopra una serie di stadi che va gradatamente da embrioni lunghi mm. 10 fino a piccoli pesciolini di mm. 45 di lunghezza totale. Riscontrai nei diversi stadi disposizioni del tutto simili a quelle sopra descritte per il *S. lacustris*; ma qui debbo per altro ricordare che negli avannotti, come anche nei giovani, di *S. salar* le isole d'interrenale si estendono più in dietro che in *S. lacustris* e *S. fario*. Ciò concorda con quanto Felix vide in *S. salar* circa alla distribuzione di quelle formazioni, che egli chiamò cordoni epitelioidi e che rinvenne nel territorio di tutto il terzo craniale del rene. Io nella prima parte di questo mio lavoro, riferendo intorno alla disposizione dell'interrenale anteriore in un giovane esemplare di *S. salar*, rilevai che in esso i lobuli d'interrenale si seguono, in direzione cranio-caudale, anche nel tratto di passaggio del rene cefalico alla porzione addominale del rene (mesonephros).

Riassumendo quanto abbiamo sopra riferito intorno allo sviluppo dell'interrenale anteriore o cefalico nei *Salmo*, risulta che esso trae origine assai per tempo, cioè in stadi molto precoci, da una proliferazione cellulare solida dell'epitelio celomatico ai lati della radice del mesenterio subito al di dietro (caudalmente) e al di sotto (ventralmente) dell'estremo posteriore della camera interna o grande corpuscolo malpighiano del pronephros. L'abbozzo, costituitosi, sta ancora in rapporto, durante breve tempo, coll'epitelio celomatico (peritoneale) da cui è sorto, ma tosto si separa dalla sua matrice e viene a trovarsi incluso, insieme a quello dell'altro lato, col quale in parte si fonde, nella radice del mesenterio fra le pagine di questo. Compiuta la sua organogenesi, l'interrenale anteriore nelle ulteriori fasi del suo sviluppo si accresce espandendosi ed irradiandosi mediante un processo di proliferazione, di ramificazione e distacco delle sue parti nell'interno del pronephros, dove si formano non solo cordoni, ma anche lobuli e isole epiteliali distinte. Esso, cioè, invia propaggini le quali si ramificano e si staccano, cosicchè lobuli ed isole di quest'organo si spostano e vengono a trovarsi anche lontane dal luogo di origine del suo primitivo abbozzo; estendendosi si frammenta ed i suoi frammenti si disseminano nel pronephros tra le anse dei giri convoluti dell'uretere primario (canale del pronephros) in mezzo al plesso venoso e al tessuto linfoide che frattanto si va formando. Nello stesso tempo i suoi elementi cellulari assumono a poco a poco quella disposizione e

quella struttura che sono caratteristiche e specifiche dell'interrenale anteriore completamente formato.

Il tessuto linfoide proviene da una parte del mesoderma intermedio, la quale si trasforma in mesenchima e dà origine alle cellule linfoidi, ai linfociti, del tessuto linfoide, che pertanto merita veramente questo nome e non quello di pseudolinfoide come credette di poterlo chiamare Felix.

E quando, successivamente, il pronephros regredisce e scompare, mentre aumenta la massa del tessuto linfoide e si accrescono le isole e le trabecole dell'interrenale, troviamo infine, come appunto nello stato adulto, l'interrenale anteriore immerso nel tessuto linfoide del così detto rene cefalico e disposto in parte attorno alla porzione prossimale (craniale) delle vene cardinali posteriori.

L'interrenale anteriore si sviluppa indipendentemente dal pronephros e, quantunque sia situato nel rene cefalico ed abbia con questo stretti rapporti topografici, non ha col medesimo niente a che fare dal punto di vista morfologico e genetico. Le sue relazioni col pronephros non sono genetiche ma soltanto topografiche.

Considerazioni critiche sullo sviluppo dell' interrenale anteriore.

Rileverò anzitutto che, non conoscendosi prima delle mie ricerche sul sistema delle capsule surrenali dei Teleostei, la esistenza in questi Pesci dell'interrenale anteriore situato nel rene cefalico, nessuno degli autori, che ebbero ad occuparsi dello sviluppo del pronephros, vide i primi accenni dell'interrenale anteriore e che quegli autori i quali, studiando lo sviluppo dell'apparecchio escretore dei Teleostei o particolarmente della Trota, notarono nel rene cefalico ad un certo stadio del suo sviluppo la presenza di formazioni di aspetto epiteliale differenti dal canale del pronephros, dettero alle medesime un'interpretazione ben diversa dal vero.

Merita di essere qui ricordata piuttosto estesamente quella parte delle ben note e interessanti ricerche del Felix sull'apparecchio escretore dei Salmonidi, sopratutto di *Salmo salar* e di *S. fario*, la quale si ricollega alle mie osservazioni e della quale già sopra feci brevemente menzione.

Felix ritenne che il tessuto linfoide del rene dei Salmonidi e dei Teleostei in generale, tessuto al quale in vista anche della sua presunta derivazione e costituzione dette la denominazione di tessuto pseudolinfoide (1), si originasse dalla parete della vena cardinale

(1) Tale denominazione, come sopra avvertii, adoperai anch'io prima di queste mie ricerche embriologiche.

per proliferazione, sia delle sue cellule endoteliali, sia di cellule addossate o stratificate attorno alla parete endoteliale (cellule mesodermiche residuo del cordone venoso impari, ossia, secondo noi, della massa mesodermica intermedia). Degli elementi, che egli ritenne così derivati, distinse due maniere: le cellule linfoidi e le cellule epitelioidi, e ammise inoltre forme di passaggio tra queste due maniere e credette che le cellule epitelioidi derivassero da cellule linfoidi con nucleo scuro e di aspetto omogeneo, sorte per proliferazione della parete venosa. Felix pensò che successivamente le cellule epitelioidi, dapprima isolate e mescolate alle linfoidi, si ammucchiassero più strettamente e si ordinassero a formare dei cordoni (cordoni epitelioidi). Notò che, ad un certo stadio dello sviluppo, a livello del tratto di passaggio tra pronephros e metanephros (secondo Felix), dove l'uretere primario è ancora fortemente convoluto, il trabecolato del tessuto pseudolinfoide è repentinamente interrotto da cordoni epitelioidi. Ebbe anche a rilevare « che questi cordoni epitelioidi somigliano così completamente ad un tessuto epiteliale che, ad es., per cordoni epitelioidi colpiti nel taglio non in unione con i rimanenti cordoni è impossibile, senza rigoroso esame della serie, decidere se abbiamo a che fare con una sezione tangenziale di un apice di ansa dell'uretere primario o con uno di tali cordoni epitelioidi ». Felix trovò questi cordoni nel territorio di tutto il terzo craniale del rene (1). Attribuì loro una funzione ematopoietica, credendo che le cellule epitelioidi isolate e le cellule centrali dei cordoni epitelioidi si trasformassero successivamente in corpuscoli rossi del sangue, ed affermò infine che tra le cellule epitelioidi e le cellule del sangue si lasciano riconoscere tutti gli stadi di passaggio.

Secondo Felix la parete della vena cardinale posteriore continuerebbe a generare nuove cellule in grande quantità, per la formazione del tessuto linfoide, anche durante i primi due anni di vita del giovane pesce.

Felix così concluse: « Io credo di poter con sicurezza far derivare queste cellule — le quali del resto non hanno nulla a che fare col sistema urinario, presentandosi esse dopo che questo ha completato il suo sviluppo e prima che regredisca — dalle cellule della parete delle vene ». « Nella capacità della parete venosa di formare tali cordoni epitelioidi, che non si lasciano distinguere da veri cordoni epiteliali, sta una prova per la sua natura non mesenchimatica ».

Ora, come le mie ricerche dimostrano e come già feci notare più sopra, i cordoni epitelioidi che Felix vide negli embrioni e nei piccoli di *Salmo salar* non sono altro che l'abbozzo, già molto avanzato nel processo del suo sviluppo, dell'interenale anteriore. Quanto alla loro origine, essi non hanno niente che fare con le cellule linfoidi, con le cellule che Felix vorrebbe far derivare a lor volta dalla parete delle vene, ma, indagandone l'organogenesi sin dai primordi, si vede chiaramente, a quel modo che risulta e si deduce dalle mie osservazioni, che essi, similmente all'interrenale

(1) Il concetto di Felix doventa assai particolare anche per il fatto che, conforme a quanto egli pensa, le cellule epitelioidi sarebbero capaci di raggrupparsi in cordoni soltanto nel terzo anteriore e non nelle parti posteriori del rene.

dei Petromizonti, dei Selaci, degli Anfibii e di tutti gli Amnioti, traggono origine assai per tempo da proliferazioni solide dell'epitelio celomatico. Qui il territorio di proliferazione è piuttosto ristretto ed è precisamente situato al di dietro (caudalmente) e al disotto (ventralmente) dell'estremo posteriore del corpuscolo malpighiano del pronephros. Da questa regione gli abbozzi dell'interrenale si irradiano poi nell'interno del rene cefalico, dove frattanto si va formando il plesso venoso e il tessuto linfoide.

Il tessuto linfoide del rene proviene certamente da una parte del mesoderma intermedio, la quale si trasforma in mesenchima e dà origine alle cellule linfoidi, linfociti, del tessuto linfoide, che pertanto merita veramente questo nome e non quello di pseudo-linfoide come credette di poterlo chiamare Felix (1).

E quando successivamente il pronephros regredisce e scompare, mentre aumenta la massa del tessuto linfoide e si accrescono le isole e le trabecole dell'interrenale, troviamo infine, come appunto nello stato adulto, l'interrenale anteriore immerso nel tessuto linfoide del così detto rene cefalico e disposto in parte attorno alla porzione craniale delle vene cardinali posteriori.

La presenza di corpuscoli sanguigni rossi nell'interno dei cordoni epiteliali rappresentanti l'interrenale anteriore si spiega pel fatto che in essi penetrano propaggini della rete venosa, le quali vanno a formare i sinusoidi che rimangono poi compresi nelle maglie del reticolato, che i cordoni e le trabecole delle isole d'interrenale, accrescendosi e ramificandosi e inoltre anastomizzandosi tra loro, vengono a costituire. Le cellule dei cordoni epiteliali non si trasformano in corpuscoli sanguigni rossi e siffatti cordoni non hanno il significato di organi ematopoietici, sibbene soltanto quello di formazioni epiteliali glandulari senza condotto escretore, ossia endocrine, quale è appunto il significato dell'interrenale, di cui sono precisamente i rappresentanti.

Un esteso studio, pure ben noto, sopra le prime fasi di sviluppo dei derivati mesoblastici nei Teleostei e soprattutto nella Trota è quello di Swaen e Brachet. Ho cercato attentamente se in questo lavoro, dove si tratta della formazione del pronephros e del suo canale escretore, della formazione dei somiti, degli sclerotomi, dell'aorta, delle vene cardinali e del sangue, vi fosse qualche accenno a parti che corrispondano all'interrenale anteriore, ma non ho trovato che vi si faccia alcuna parola sopra a formazioni riferibili a quelle da me descritte, negli stadi precoci, quali primi abbozzi dell'interrenale. Penso che probabilmente, se pure l'abbozzo dell'interrenale fu veduto da Swaen e Brachet, sia stato da essi scambiato con una parte della massa mesodermica intermedia.

B. Haller (2) studiò nel 1908 lo sviluppo e la struttura del rene cefalico negli embrioni già discretamente avanzati di età e negli avannotti di *Salmo irideus*. In un embrione della

---

(1) V. a pag. 392, nota (2).

(2) Haller B. — Zur Phylogenese des Nierenorganes (Holonephros) der Knochenfische. *Jenaische Zeitschrift zur Naturwiss. Bd. 43. 1908.*

lunghezza di mm. 6, e anche in embrioni alquanto più inoltrati, descrisse e rappresentò nella Figura 1 del testo e nella Fig. 1 della Tav. 28 del suo lavoro, i rudimenti di tre o quattro canalicoli urinari trasversali con i loro corpuscoli renali (1) nel tessuto linfoide che circonda il grande glomerulo malpighiano e l'uretere, canalicoli che non si mettono affatto in relazione con l'uretere primario e che sono destinati a scomparire; ne trovò con sua meraviglia qualche traccia ancora in un avannotto della lunghezza di cm. 3,5 col sacco vitellino già riassorbito. Tali canalicoli, aggiunge Haller, spariscono ben tosto e il tessuto linfoide si estende in addietro, aumentando per la produzione di nuovi elementi derivati dalla degenerazione dei canalicoli rudimentali (2).

Or bene, anche queste formazioni, che B. Haller erroneamente descrisse come rudimenti di tre o quattro canalicoli trasversali con i loro corpuscoli renali, non sono altro che parti dell'interrenale anteriore o cefalico già abbozzato e avanzato nello sviluppo (3). Io non vidi mai negli embrioni di *S. lacustris* nè in quelli di *S. fario* e di *S. irideus*, anche a stadi giovanissimi di sviluppo, abbozzi di canalicoli rudimentali, ma unicamente le formazioni epiteliali rappresentanti l'interrenale, le quali, anzichè scomparire nelle fasi successive di sviluppo, si accrescono e subiscono quelle differenziazioni istologiche che conducono alla caratteristica struttura dell'interrenale adulto. D'altro canto bisogna anche ricordare che Haller non vide queste formazioni nel rene cefalico di *S. fario* adulto, che pure sembra abbia esaminato. Non conoscendo l'esistenza dell'interrenale anteriore nell'adulto, si poteva facilmente essere tratti in inganno sull'interpretazione di certi aspetti embrionali.

Similmente sono da riferirsi all'interrenale anteriore quei presunti canalicoli rudimentali descritti da Haller nella seconda porzione (ossia nel tratto di passaggio che segue immediatamente dietro al rene cefalico) del rene dei *Salmo* e di altri Teleostei.

---

(1) Vedasi in proposito anche quanto dicemmo a pag. 396 e nella nota (2) di questa stessa pag. 396.

(2) Anche Felix parla di canalicoli, in numero di cinque, rudimentali del pronephros che poi scompaiono, ma tali canalicoli descritti da Felix non sono da confondersi con quelli di cui fa menzione Haller. Essi si accennerebbero molto precocemente, prima della formazione della camera interna, ed anzi scomparirebbero ben presto, appunto in seguito alle modificazioni che intervengono pel meccanismo col quale questa si viene a formare, poichè, secondo Felix, i cinque canalicoli si fondono tra loro per costituire la piega primaria del pronephros, dalla porzione dorsale della quale deriverebbe la parte craniale dell'uretere primario e dalla porzione ventrale la camera interna del pronephros. Talchè per Felix il primo abbozzo del prorene nella Trota consterebbe di cinque canalicoli rudimentali del prorene nel territorio compreso dal 3° al 7° segmento primitivo. L'esistenza, sia pure molto effimera, di questi canalicoli è stata messa in dubbio da Swaen e Brachet, i quali avrebbero dimostrato che gli accenni dei detti canalicoli sono parti intersegmentali delle masse e delle lamine mesodermiche intermedie. Anche il Lanzi, assistente nel nostro Istituto, in un lavoro, non ancora pubblicato, sulla genesi e sui derivati del mesoderma intermedio negli embrioni di Trota, è giunto a concludere che non si tratta di canalini rudimentali del pronephros, ma sibbene della parte cefalica della così detta massa mesodermica intermedia. Quei gruppi o cumuletti cellulari interpretati da Felix come accenni di canalicoli rudimentali del pronephros corrispondono, secondo Lanzi, alle lamine intermedie di Swaen e Brachet.

(3) Anche quelle formazioni descritte da Haller in qualche altra specie di Teleostei come canalicoli urinari rudimentali, atrofici, o come resti della porzione anteriore dell'uretere (nel Luccio), sono parti dell'interrenale anteriore.

Più di recente Audigé (1) (1910) studiò il prorene negli avannotti di *Salvelinus umbla*. In avannotti di 10 mm. di lunghezza l'Audigé avrebbe veduto, nel tessuto linfoide che sta attorno al glomus e alle circonvoluzioni anteriori dell'uretere, degli ammassi cellulari regolarmente disposti, i quali rassomigliano, come si esprime l'autore, alle formazioni tubuligene del rene addominale, ma hanno un'esistenza effimera. In avannotti di 12 a 15 mm. non ne trovò più traccia, e l'Audigé aggiunge: « Forse essi sono dei tubi uriniferi del pronephros non pervenuti al loro intiero sviluppo in seguito ad un fenomeno di tachigenesi. Ciò è probabile senza essere per altro intieramente dimostrato; Haller sembra ammettere questa maniera di vedere; per mia parte non sono in grado di pronunziarmi su questo punto ». Poco più sotto l'Audigé prosegue dicendo che « nella regione anteriore, non solamente i tubuli uriniferi subiscono un arresto di sviluppo, come accade nei Ciprinidi, ma questi tubuli che hanno conservato apparente la loro primitiva disposizione metamerica, regrediscono rapidamente e non lasciano più, ben tosto, che dei vestigi ». Audigé esaminò inoltre il rene cefalico di *Salvelinus umbla* dell'età di 15 a 16 mesi e della lunghezza di 12 a 15 cm. e trovò che le diverse formazioni del rene cefalico: glomus ed uretere, erano scomparse e non esisteva più alcun vestigio dei tubuli atrofizzati.

Similmente che per i rudimenti di canalicoli notati da Haller, così pure per le formazioni a cui allude Audigé occorre dire che furono erroneamente interpretate e che esse rappresentano gli abbozzi dell'interrenale anteriore. Anche quest'Autore, non ostante abbia esaminato il rene di esemplari adulti di *Trutta fario*, non menziona affatto, per il rene cefalico, le formazioni da me poste in evidenza. Secondo Audigé la regione anteriore del rene dei Salmonidi adulti è formata nel suo insieme da tessuto linfoide molto abbondante, senza altri elementi anatomici dominanti.

Audigé non vide l'interrenale anteriore nemmeno nel rene cefalico di *Barbus fluviatilis* dove pure è assai sviluppato. Del resto in altra mia breve pubblicazione (2) feci già a tale proposito rilevare come Audigé negli adulti dei Ciprinidi abbia preso per tessuto cromaffine anche ciò che costituisce l'interrenale anteriore e come sia completamente erronea la sua concezione delle tre maniere di cellule del tessuto cromaffine: 1ª cellule giovani, 2ª cellule adulte a secrezione interna, in piena attività, e 3ª cellule senescenti in stato di degenerazione, le quali tre diverse maniere dovrebbero, secondo l'Audigé, essere l'espressione di tre differenti stadi funzionali degli elementi di questo tessuto (3). Soltanto quelle che egli chiama cellule adulte, in piena attività, appartengono al sistema cromaffine, perciocchè gli elementi da lui indicati col nome di cellule giovani non sono altro che gli elementi dell'interrenale anteriore, e le cellule senescenti in stato di degenerazione sono le cellule pigmentate del tessuto linfoide. Quest'ultime, isolate o a grup-

(1) Audigé J. — Contribution à l'étude des reins des Poissons téléostéens. *Arch. de Zool. expér. et gén. Sér. 5. T. 4. 1910.*

(2) Giacomini E. — Il sistema interrenale e il sistema cromaffine (sistema feocromo) dei Ciprinidi. *Rendiconto delle Sessioni della R. Accad. delle Sc. dell'Istituto di Bologna. Classe di Sc. fis. N. S. Vol. XVI. 1911-12.*

(3) Debbo notare che a Audigé erano rimasti sconosciuti i miei lavori.

petti, si trovano non solo nel tessuto linfoide del rene cefalico, ma anche in quello delle rimanenti parti del rene, anche della sua porzione caudale, dove mancano le altre due maniere di cellule, ossia gli altri due stadi che, nell'evoluzione immaginata da Audigé, dovrebbero precedere alle cellule senescenti.

Per completare, in ordine alle nostre ricerche, i cenni storici sulle capsule surrenali dei Teleostei, dobbiamo dire ancora dei presunti rapporti morfologici di siffatti organi coll'apparecchio renale, dobbiamo, cioè, ricordare come in addietro siasi da alcuni autori pensato che in questi Pesci tali organi fossero rappresentati dalla totalità o da parti del così detto rene cefalico o che dal medesimo traessero la loro origine.

Rathke nel 1828 (1) volle vedere le capsule surrenali dei Teleostei nei due rigonfiamenti dell'estremità anteriore dei reni, ossia in quelle porzioni che vennero poi indicate come rene cefalico, e nelle quali per i Ciprinidi adulti egli, come di poi anche Stannius, aveva notato la mancanza di canalicoli urinari e una ricca vascolarizzazione. E può dirsi, come osserva il Poll, che con questa sua idea il Rathke fu il padre della teoria della derivazione delle capsule surrenali dal pronephros, la quale teoria in tempi più vicini a noi fu sostenuta, quantunque sotto punti di vista diversi tra loro, da Weldon e da Grosglik. L'opinione di Rathke fu riportata anche da Nagel (2) e dallo Stannius medesimo (3), che pure aveva riguardato quali organi corrispondenti alle glandule soprarenali i corpuscoli da lui scoperti.

Weldon, il quale aveva già creduto di dimostrare che il rene cefalico (pronephros) dei Missinoidi (4), e particolarmente di *Bdellostoma* (la forma da lui studiata), si modificasse in maniera da costituire un organo funzionalmente analogo alle capsule surrenali, supponendo pertanto che i resti dei canalicoli degenerati del pronephros divenissero le capsule surrenali (l'interrenale), pensò nel 1885 (5) che nei Teleostei questi organi fossero rappresentati dal rene cefalico profondamente modificato, come in quel tempo Balfour lo aveva descritto nei Teleostei medesimi e nei Ganoidi. Weldon infatti ritenne che la descrizione, che il Balfour aveva data del rene cefalico trasformato in un organo linfoide nei Teleostei e nei Ganoidi, fosse una ulteriore illustrazione del suo concetto, secondo il quale una parte del rene embrionale si modifica in un organo simile a una glandula linfatica. E fondandosi appunto sulle ricerche di Balfour intorno al rene cefalico dei Teleostei

---

(1) Rathke H. — *In*: *Burdach's Physiologie als Erfahrungswissenschaft. Band II, pag. 600. 1828.*

— — Bemerkungen über den inneren Bau des Querders und das kleine Neunauge. *Schriften der Naturforschenden Gesellschaft. Danzig 1827.*

(2) Nagel M. — Ueber die Structur der Nebennieren. Müller's *Archiv für Anat., Phys. und wiss. Medicin. Jahrg. 1836. pag. 382 (pag. 365-383).*

(3) Stannius H. — Zootomie der Fische und Amphibien. *Berlin 1854.*

(4) Weldon W. F. R. — On the head-kidney of Bdellostoma with a suggestion as to the origin of the suprarenal bodies. *Quart. Journal of micr. Science. Vol. 24. 1884.*

(5) Weldon W. F. R. — On the suprarenal bodies of Vertebrata. *Ibid. Vol. 25. 1885.*

e dei Ganoidi e su quelle di Emery intorno allo sviluppo dell' apparecchio renale nei Teleostei, quantunque non dessero veramente alcun diretto appoggio alla sua maniera di vedere, Weldon ammise che, come in *Bdellostoma*, così pure nei Teleostei le capsule surrenali derivano dal pronephros, ed allargò poi tale sua concezione estendendola ai Vertebrati superiori e sostenendo che similmente nelle forme più elevate i detti organi provengono dal mesonephros, sono, cioè, porzioni modificate del rene primitivo (1).

Grosglik (2) istituì ricerche sul rene cefalico di alcuni Teleostei: *Rhodeus amarus*, *Gasterosteus aculeatus*, *Esox lucius* e *Cyprinus carpio*, per seguirne lo sviluppo e studiarne inoltre il successivo comportamento al fine di stabilire quale ne fosse l' ultimo destino. Secondo Grosglik il processo regressivo del pronephros porta sino alla sua completa scomparsa nell' adulto, ma a questa si arriva soltanto dopo la maturità sessuale in una età molto avanzata, cosicchè per lungo tempo nel rene cefalico si scorgono ancora i resti dell' organo degenerato, i rudimenti delle circonvoluzioni del canale di Wolff (del canale del pronephros). Grosglik, a conclusione delle sue indagini, considerò il rene cefalico dei Teleostei adulti composto di due parti o di due sorta di tessuti, l' uno rappresentato dal tessuto linfoide, l' altro dai derivati del pronephros regredito, i quali ultimi in parte circondano la vena cardinale, in parte sono sparsi nel tessuto linfoide. Attribuì erroneamente al tessuto linfoide il significato di parte corticale (sostanza corticale) dei soprarenali, mentre d' altro canto egli riguardò, a torto, i corpuscoli di Stannius come corrispondenti alla sostanza midollare delle capsule surrenali degli Amnioti. Grosglik (3) tenne poi a far rilevare che, in ordine a queste interpretazioni, il suo concetto differiva fondamentalmente da quello di Weldon, poichè mentre per questi in *Bdellostoma* era il rene cefalico ridotto, ossia il derivato della parte glandulare del rene cefalico, che doveva considerarsi omologo alle capsule surrenali, per lui, al contrario, nei Teleostei sarebbe stata la massa mesodermale del rene cefalico, vale a dire il tessuto linfoide e non i derivati del pronephros, omologa con la sostanza corticale delle capsule surrenali degli Amnioti.

Non è certo necessario far qui rilevare che tanto l' opinione di Weldon quanto quella di Grosglik, già da tempo dimostrate erronee, non vengono affatto suffragate dai risultati delle mie ricerche, poichè, sebbene queste indicano che topograficamente la sede delle capsule surrenali, dell' interrenale (interrenale anteriore), dei Teleostei, è la por-

---

(1) Questo concetto di Weldon fu poi seguìto per la *Myxine* dalla J. W. Kirkaldy (On the head-kidney of Myxine. *Quart. Journ. of micr. Sc., Vol. 35, 1894*), la quale concluse che il pronephros in *Myxine* rappresenta la parte mesoblastica dei corpi soprarenali. « It may therefore be concluded that the pronephros in Myxine represents the mesoblastic part of the suprarenal bodies, wich have been shown by Prof. Weldon to be derived from the anterior part of mesonephros in the higher Vertebrata ».

(2) Grosglik S. — Zur Morphologie der Kopfniere der Fische. *Zool. Anzeiger. Jahrg. 8. 1885. pag. 605-611.*

(3) Grosglik S. — Zur Frage über die Persistenz der Kopfniere der Teleostier. *Zool. Anzeiger. Jahrg. 9. 1886. pag. 196-198.*

zione prossimale delle vene cardinali posteriori ed il rene cefalico, provano d'altro canto che le formazioni da me illustrate non hanno alcun rapporto genetico nè col pronephros nè con la massa mesodermica intermedia. Non di meno le disposizioni da noi vedute e precisate possono ora darci chiara spiegazione di uno degli erronei asserti di Grosglik, di quell'asserto, cioè, secondo il quale i derivati del pronephros regredito entrano nella costituzione del rene cefalico dell'adulto. Io dimostrai infatti che quelle parti, che Grosglik negli adulti di *Rhodeus*, di *Gasterosteus*, di Luccio e di Carpa ritenne come resti del canale del pronephros atrofizzato, corrispondono e sono da riportarsi all'interrenale anteriore (1). Ciò mi risulta pure da ricerche embriologiche, che ho già condotte a buon punto, sullo sviluppo del sistema interrenale nel *Carassius* e nel Luccio.

Balfour (2), precedentemente a Grosglik, nel 1882, con un suo studio sul pronephros dei Teleostei (*Esox lucius, Osmerus operlanus, Anguilla anguilla* e *Lophius piscatorius*) e dei Ganoidi (*Acipenser*), aveva dimostrato che esso è un organo larvale destinato a cadere in disfacimento e ad essere sostituito da tessuto linfoide che poi forma la massa anteriore del rene chiamata col nome di rene cefalico e di cui egli indagò la struttura. Balfour, del resto, in questo suo studio sul rene cefalico dei Teleostei non vide nulla di quelle parti epiteliali che noi abbiamo posto in evidenza (le descrivemmo pure nell'Anguilla, nel Luccio e nel *Lophius*) e adesso ampiamente illustrate nella loro genesi.

Emery (3) con le sue ricerche aveva già fatto rilevare che in alcune forme di Teleostei, in *Fierasfer*, *Zoarces*, il pronephros persiste funzionante anche nell'adulto e ciò sostenne con ragione in altre sue note contrariamente all'asserzione di Balfour e di Grosglik, i quali, generalizzando troppo, avevano escluso in modo assoluto che il prorene potesse continuare a sussistere nello stato adulto come organo escretore dotato della sua piena attività. In quanto alla questione delle capsule surrenali dei Teleostei, sulle quali per altro non fece apposite ricerche, Emery, nei suoi lavori e nel ribattere (4) le vedute di Grosglik, ritenne che nel tessuto linfoide (da lui creduto di origine epiteliale) del rene dei Teleostei possano essere contenuti in uno stato indifferenziato gli elementi corrispondenti alla corteccia delle capsule surrenali degli Amnioti, avvertendo tuttavia che ad ogni modo

---

(1) Veggasi la mia nota: Il sistema interrenale e il sistema cromaffine (sistema feocromo) dei Ciprinidi. *Rendiconto delle Sessioni della R. Accad. delle Sc. dell' Istituto di Bologna. Classe di Sc. fis. N. S. Vol. XVI. 1911-12.*

(2) Balfour F. M. — On the nature of the organ in adult Teleosteans and Ganoids, which is usually regarded as the head-kidney or pronephros. *Quart. Journal of micr. Science. Vol 22. 1882.*

(3) Emery C. — *Fierasfer*. Studi intorno alla sistematica, l'anatomia e la biologia delle specie mediterranee di questo genere. *Memorie della R Accad. dei Lincei. Anno 277. Ser. 3, Vol. VII. Roma 1880.*

— — Zur Morphologie der Kopfniere der Teleostier. *Biol Centralblatt. Jahrg 1.*

— — Studi intorno allo sviluppo ed alla morfologia del rene dei Teleostei. *Memorie della R. Accad. dei Lincei. Anno 279. Ser. 3, Vol. XIII. Roma 1882.*

(4) Emery C. — Zur Morphologie der Kopfniere der Teleostier. Erwiderung an Herrn G. Grosglik. *Zool. Anzeiger. Jahrg. 8. 1885.*

non era da parlarsi di un' omologia in stretto senso. A Emery però sfuggirono completamente quelle formazioni, costituite da cordoni o da trabecole epiteliali, che noi abbiamo descritto nel rene cefalico anche di specie, come il *Fierasfer acus*, in cui questa parte del sistema escretore persiste funzionante nell'adulto, formazioni che rappresentano l'interrenale anteriore, al quale in queste specie si associa intimamente il sistema cromaffine così da venirsi a comporre vere e proprie capsule surrenali, interposte fra i giri convoluti del canale del pronephros e le zolle di tessuto linfoide.

Swale Vincent (1), che nei suoi studi sulle capsule surrenali dei Pesci esaminò il rene cefalico in varie specie di Teleostei anche allo scopo di controllare le presunte relazioni morfologiche che da Weldon e da Grosglik si erano volute stabilire tra rene cefalico e capsule surrenali, concluse che il così detto rene cefalico in quelle forme dove il pronephros non persiste funzionante, è costituito esclusivamente da una massa di tessuto linfoide, simile a quello che esiste fra i tuboli del mesonefro, e che non vi è alcuna relazione anatomica o fisiologica tra capsule surrenali e rene cefalico. Il tessuto linfoide del rene e il rene cefalico, in quanto è appunto costituito da questo tessuto, è un organo linfatico che ha probabilmente la funzione di distruggere i globuli rossi (2). Anche a Swale Vincent, non ostante queste sue particolari ricerche sul rene cefalico dei Teleostei, sfuggì del tutto quell' insieme di formazioni epiteliali che costituiscono il nostro interrenale anteriore.

Rammenteremo infine che van Wyhe (3) fece un ravvicinamento tra l' abbozzo dell'interrenale degli embrioni di Selaci e la massa mesodermica intermedia dei Teleostei, dicendo che « per la posizione e la derivazione l' organo (ossia l' interrenale dei Selaci) è molto simile al cordone descritto da Wenckebach e da Ziegler nei Teleoslei sotto l'aorta, dal quale provengono corpuscoli sanguigni ». Ora per le ricerche di Felix e per quelle di Swaen e Brachet e di altri si sa che il mesoderma intermedio ha una origine ben diversa e che esso rappresenta un materiale da cui si sviluppano il sangue, le vene cardinali, forse anche l'aorta, e, a mio avviso, del mesenchima dal quale deriva poi il tessuto linfoide del rene. Io, come scrissi in una nota e come sopra ho detto nell' esporre i risultati delle mie indagini, fui da principio per qualche tempo dubbioso se l' interrenale

(1) Vincent Sw. — l. c. *Transactions of the zool. Soc. Vol. XIV. Part III. 1897.*

— — On the morphology and physiology of the suprarenal capsules in Fishes. *Anat. Anzeiger. Band 13. 1897.*

(2) Che contrariamente all' opinione di Weldon e di Grosglik il tessuto linfoide del rene cefalico non rappresentasse le capsule surrenali, risultava già dimostrato dalle indagini di Balfour, da quelle dell' Emery non che da quelle di Bizzozero e Torre. Al tessuto linfoide per consenso unanime di tutti gli autori ora citati e anche di H. E. Ziegler spetta una funzione ematopoietica. Per il tessuto linfoide del rene dei Teleostei si veggano pure i lavori di Huot, Ciaccio, Drzewina. Anche questi autori attribuiscono ad esso funzione ematopoietica. Audigé invece pensa che sia deputato a compiere una funzione intimamente connessa a quella renale.

(3) van Wyhe J. W. — Ueber die Mesodermsegmente des Rumpfes und die Entwicklung des Exkretionssystems bei Selachiern. *Archiv für mik. Anatomie. Band 33. 1889, pag. 500.*

anteriore derivasse dal mesoderma intermedio o dall' epitelio celomatico, ma poi con lo studio delle fasi più precoci potei togliermi ogni dubbio e dimostrare, nel modo che si è visto, la sua origine dall' epitelio celomatico ed escludere quindi con sicurezza qualunque sua dipendenza genetica dalla massa mesodermica intermedia.

Sviluppo dell' interrenale posteriore (caudale) o corpuscoli di Stannius.

Conformemente a quanto abbiamo fatto per l' interrenale anteriore, anche per l' interrenale posteriore o corpuscoli di Stannius diremo anzitutto delle loro prime fasi di sviluppo, ossia della loro organogenesi, e poi dei loro ulteriori stadi e della loro istogenesi, cioè di quelle modificazioni e trasformazioni che conducono alla struttura definitiva dei corpuscoli di Stannius dell' adulto.

Rileverò subito che il processo di sviluppo dell' interrenale posteriore o corpuscoli di Stannius coincide con quanto Felix in *Salmo salar* e *S. fario* vide e descrisse per lo sviluppo delle formazioni, che egli ritenne dapprima come rene primitivo (Urniere) o più precisamente come canalicoli rudimentali del rene primitivo (rudimentäre Urnierenkanälchen), poi come formazioni dubbie o problematici abbozzi di canalicoli (fragliche Kanälchenanlagen).

Come già dissi in principio, e come ora meglio e più chiaramente apparirà nel corso dell'esposizione di queste ricerche, l' interrenale posteriore o i corpuscoli di Stannius traggono la loro origine dall' epitelio della parete dorsale del canale del pronephros od uretere primario a livello della sua porzione media, considerato l' uretere secondo la sua lunghezza. Sorgono a guisa di proliferazioni o gemme solide dell' epitelio dell' uretere, dal quale poi si staccano e si allontanano più o meno nel mentre che, accrescendosi, si dividono in otricoli solidi.

In questo processo non si notano differenze tra le diverse specie di *Salmo* studiate, cosicchè quello che ora riferirò, sebbene sia più particolarmente fondato su quanto osservasi in *S. lacustris*, vale anche per le altre forme.

Prime fasi dello sviluppo dell' interrenale posteriore o corpuscoli di Stannius.

Dei corpuscoli di Stannius nelle diverse specie di *Salmo* se ne abbozzano da 5 a 9 per lato, al massimo, e di solito non nello stesso numero da ambedue i lati, ma quasi sempre in numero maggiore da un lato che dall' altro, così, ad es., 5 da una parte e 8 dall' altra, oppure 6 e 9.

Data la predetta loro origine, essi non cominceranno a formarsi, se non quando siasi, almeno fino nella sua porzione media, costituito l' uretere primario, e poichè negli embrioni giovanissimi, in cui è già apparso il primo abbozzo dell' interrenale anteriore, l' uretere non si è ancora costituito in tutta la sua lunghezza, s' intende facilmente come l' interrenale posteriore o i corpuscoli di Stannius si debbano accennare un po' più tardi dell' interrenale anteriore, e come, procedendo la costituzione dell' uretere in senso cau-

dale, vi debba essere, in questo senso, una successione anche rispetto al tempo nella comparsa dei corpuscoli di Stannius.

Il primo abbozzo ben manifesto dei corpuscoli di Stannius si ha in embrioni abbastanza giovani (33-34 giorni dalla fecondazione), ma ad ogni modo già discretamente avanzati, poichè si è già formato il canale del pronephros in tutta la sua lunghezza.

Un primissimo accenno dei corpuscoli di Stannius forse s'intravede pure in stadi più precoci, negli embrioni di 24 o di 25 giorni dalla fecondazione (lunghi mm. 5) nella parete dorsale dell'uretere primario, ma a quest'epoca si ha per essi, ossia per l'interrenale posteriore, uno stadio così iniziale di sviluppo che non sempre ci si può accertare della loro effettiva comparsa.

Negli embrioni dai 18 ai 22-23 giorni dalla fecondazione non si scorge ancora alcun indizio dell'organogenesi dei corpuscoli di Stannius. A 18-20 giorni si sta formando l'uretere primario nella sua porzione media e posteriore.

L'inizio dello sviluppo dei corpuscoli di Stannius si scorge invece meglio, quantunque non sempre manifestamente, in embrioni di 26, di 27 e di 28 giorni. Vi sono per altro delle variazioni individuali, poichè talvolta in embrioni di 28 giorni se ne ha soltanto un primissimo accenno appena riconoscibile.

Negli embrioni di 33 e di 34 giorni dalla fecondazione (lunghi mm. 6 circa), lungo la porzione media dell'uretere primario, cominciano a scorgersi senza dubbio i primi accenni dei corpuscoli di Stannius. Nella parete dorsale [Tav. V, Fig. 39, *ip* (*c s*)] di questa porzione dell'uretere primario in certi punti si vedono due serie di nuclei anzichè una sola; qui, ossia nel suo segmento dorsale, la parete epiteliale è leggermente ispessita, cosicchè sporge dal lato dorsale e pertanto la sezione trasversale dell'uretere assume in tali punti una forma leggermente ellissoidale, ed inoltre qui in corrispondenza del primo accenno di un corpuscolo la colorazione della parete epiteliale è più scura. Ma in questa prima fase l'abbozzo del corpuscolo è ancora compreso nella parete dell'uretere e fa ancora parte dell'epitelio da cui sorge. A questo precoce stadio non si riesce ancora a riconoscere accenni di canalicoli urinari del mesonephros. La organogenesi dei corpuscoli di Stannius s'inizia quindi in un tempo in cui si ha appena traccia visibile o non si ha ancora alcun accenno del mesonefro.

Negli embrioni di 40-42 giorni dalla fecondazione, prossimi alla schiusa o che stanno schiudendo (1), i corpuscoli di Stannius sono già tutti abbozzati e sono già discretamente progrediti nel loro sviluppo e nel loro accrescimento. A quest'epoca [Tav. V, Fig. 40 a 43, *ip* (*c s*)] i più craniali, maggiormente avanzati nel processo di loro formazione, tendono a separarsi dalla parete dell'uretere da cui hanno preso origine, mentre quelli più caudali conservano ancora assai manifesta la loro connessione con la parete epiteliale dell'uretere, nella quale s'incuneano con la parte di mezzo, foggiata a guisa di peduncolo, della loro

(1) Lunghi mm. 10 circa.

base (Fig. 41 e 43). Sono già discretamente cresciuti, tantochè il diametro trasversale di alcuni dei più craniali sorpassa, quantunque soltanto di poco, il diametro trasversale dell'uretere, e siccome gli abbozzi dei corpuscoli, pur avendo forma emisferica, sono alquanto ristretti alla loro base che sta addossata alla parete dell'uretere e in continuazione con essa, così ogni corpuscolo e uretere, considerati insieme, figurano nella sezione trasversale un 8 in cifra. Oppure, come accade per alcuni altri corpuscoli alquanto più avanzati, si osserva, sempre nelle sezioni trasversali, che con il margine basale di forma semilunare si adattano al contorno superiore (dorsale) dell'uretere (Fig. 42) od anche con uno degli estremi, di solito l'esterno, di questo margine, scendono in basso (ventralmente) a lato dell'uretere (Fig. 41). In qualche caso sono anche già discretamente sviluppati in senso verticale per modo che il loro diametro sagittale uguaglia o sorpassa di un poco quello dell'uretere. Ma mentre la maggior parte degli abbozzi dei corpuscoli di Stannius a quest'epoca è così evidente, qualcuno di essi, specialmente di quelli più caudali, può essere ancora compreso nello spessore della parete epiteliale dell'uretere. Sicchè, come giustamente fu già notato da Felix, fatta astrazione dal significato ad esse attribuito da questo Autore, tali formazioni possono, in un medesimo embrione di una certa età, mostrare le varie loro prime fasi di sviluppo, dall'inizio del germoglio al momento in cui l'abbozzo tende a separarsi dalla sua matrice.

Gli abbozzi dei corpuscoli di Stannius appaiono disposti segmentalmente, ma non sempre tutti quelli di un lato sono simmetrici rispetto a quelli dell'altro lato e ciò anche per il fatto, sopra ricordato, che gli abbozzi di solito non si corrispondono per numero nei due lati. Pertanto non in tutte le sezioni trasverse che colpiscono abbozzi di corpuscoli di Stannius, questi si veggono da un lato e dall'altro, come in quelle che noi scegliemmo per ricavare le nostre Fig. 39-42, ma in alcune l'abbozzo, mentre esiste da una parte, dall'altra manca.

Nella Fig. 43 della Tav. V è rappresentato un tratto d'una sezione sagittale d'un embrione di 40 giorni. Vi si vede tagliata in senso longitudinale una porzione dell'uretere primario e al lato dorsale di questo si osservano gli abbozzi di quattro corpuscoli di Stannius, i quali si mostrano disposti segmentalmente. Si nota come in uno di questi abbozzi l'epitelio della parete dorsale dell'uretere si avanza verso di esso con un leggero infossamento imbutiforme, il cui apice si continua colla massa del germoglio epiteliale costituente l'abbozzo del corpuscolo. Si nota pure come si stia formando alla base del corpuscolo una specie di strozzamento circolare che porterà poi alla separazione del germoglio dalla parete dell'uretere. Quando la proliferazione si sarà completamente separata, la parete dell'uretere al di sotto di essa tornerà ad essere continua ed uniforme.

Negli embrioni di 47 giorni (1) si osserva per gli abbozzi dei corpuscoli di Stannius quasi lo stesso aspetto che in quelli di 40 giorni, se non che, per moltiplicazione dei loro elementi, di cui se ne vedono alcuni in cariocinesi, sono cresciuti un poco di volume ed è

(1) Lunghi mm. 13 circa.

progredito il processo di separazione dei germogli, la maggior parte dei quali si sono ora staccati dalla parete del canale del pronephros. Tuttavia anche a 47 giorni alcuni degli abbozzi dei corpuscoli di Stannius, particolarmente di quelli più caudali, sono ancora in connessione coll'epitelio della parete dorsale dell'uretere primario, verso cui si approfondano per mezzo della parte centrale della loro base che in esso s'incunea. Gli abbozzi dell'interrenale posteriore che abbiano compiuta la loro organogenesi, staccatisi dalla parete dell'uretere, rimangono per un certo tempo situati al lato dorsale di esso e raramente qualcuno degli abbozzi si è, a questa età, spostandosi, venuto a mettere sul lato esterno o, più raramente ancora, sul lato interno del canale del pronephros.

Gli abbozzi dei corpuscoli di Stannius sono nettamente circondati da un sottile involucro connettivale che per quelli già distaccatisi dalla loro matrice è completo e indipendente da quello dell'uretere, mentre per quelli non ancora separatisi apparisce in continuazione coll'esile involucro connettivale del canale del pronephros. L'abbozzo di un corpuscolo di Stannius, sorgendo per proliferazione degli elementi epiteliali della parete dorsale del canale del pronephros, nel mentre si accresce, solleva sopra di sè l'involucro del canale e ne rimane circondato.

Tanto al quarantesimo giorno, quanto al quarantasettesimo, gli abbozzi solidi dei corpuscoli di Stannius, separatisi dall'uretere, appaiono ciascuno come un otricolo pieno ed, avendo essi gli elementi piuttosto piccoli e stipati fra loro e col nucleo ricco di cromatina, risaltano per il loro colore più intenso in confronto all'uretere e alle parti circostanti. A 47 giorni qualcuno degli abbozzi, aumentando di volume ed allungandosi, ha preso una forma ovoidale od ellissoidale col diametro maggiore diretto nel senso dell'asse longitudinale dell'animale. A quest'epoca negli abbozzi dei corpuscoli di Stannius si osserva che le cellule periferiche sono addossate al sottile involucro connettivale e si sono regolarmente disposte e ordinate in senso radiale.

Già negli embrioni di 40 giorni, ed ancor meglio in quelli di 47, nella regione, in cui si sviluppano i corpuscoli di Stannius, cominciano a vedersi i primi accenni dei canalicoli urinari del mesonefro. Al lato interno (mediale) degli abbozzi dei corpuscoli di Stannius e al lato interno dell'uretere primario si scorgono di frequente, situati tra la parete della vena mediana (Stammvene) e quella dell'uretere medesimo o addossati al corpuscolo, dei piccoli cumuletti di cellule di natura epiteliale, le quali si caratterizzano principalmente per avere il nucleo d'aspetto chiaro povero di cromatina, ma con distinto nucleolo (Tav. V, Fig. 41 e 42). Tali cumuletti, negli spazi interposti fra gli abbozzi dei corpuscoli di Stannius, si trovano pure situati al lato dorsale degli ureteri (Fig. 44, *cu*). Questi cumuletti, che appariscono a guisa di nidi di piccole cellule epiteliali, rappresentano, come ora si è detto, i primi accenni dei tuboli o canalicoli urinari primari del mesonephros.

Per i caratteri propri degli uni e degli altri, di cui qui sopra si è brevemente parlato, non è possibile confondere gli abbozzi dei canalicoli del mesonephros con gli abbozzi dei corpuscoli di Stannius, chè anzi si distinguono facilmente tra loro. Gli elementi cellulari di quest'ultimi hanno aspetto già nettamente epiteliale fin da principio e posseggono il nucleo di figura rotondeggiante o sferico discretamente ricco di cromatina, mentre i nuclei

degli elementi cellulari degli abbozzi dei canalicoli sono d'ordinario ovalari od ellissoidali e assai più chiari perchè poveri di cromatina, tantochè non mostrano, all'infuori di un distinto nucleolo, altre parti figurate.

Molto difficile è stabilire la provenienza del blastema renale, ossia del materiale cellulare da cui traggono origine i canalicoli uriniferi del mesonefro dei Teleostei, sulla quale provenienza è rimasto dubbioso anche Felix, sebbene egli abbia tuttavia accennato alla possibilità che esso derivi da cellule staccatesi e migrate dall'epitelio peritoneale ovvero anche da cellule mesodermiche (del mesoderma intermedio) non ancora differenziate, le quali non furono impiegate per la formazione della vena mediana, della Stammvene. Il primo concetto del Felix si accorderebbe con quello dell'Emery, se non che l'Emery suppose che dall'epitelio peritoneale derivasse tutta la massa cellulare (blastema cellulare), quindi anche il mesoderma intermedio, che ad un certo momento dello sviluppo viene a trovarsi sotto l'aorta e dorsalmente alle vene cardinali e ai condotti renali (canali del pronephros), ed ammise che da tale insieme cellulare originassero non solo i canalicoli uriniferi, ma anche il sangue, i vasi del rene e il tessuto linfoide, che perciò, secondo Emery, sarebbe stato di origine epiteliale. Sembra probabile che il materiale cellulare per i primi abbozzi dei canalicoli uriniferi del mesonefro provenga dall'epitelio peritoneale. Borcea (*C. R. Acad. Sc. T. 149. 1909*) pensa che derivi dal mesoderma intermedio, avvicinandosi quindi al secondo concetto del Felix.

Ad ogni modo, qualunque possa essere l'origine prima del loro materiale, è certo che i canalicoli uriniferi si originano indipendentemente dal canale del pronephros od uretere primario, col quale perciò vengono poi a saldarsi e a comunicare; essi, cioè, non sorgono dall'uretere primario ma con questo si uniscono secondariamente dopo che si sono abbozzati.

Ulteriori fasi di sviluppo ed istogenesi dell'interrenale posteriore (caudale) o corpuscoli di Stannius.

Nelle larve di 61 giorni (1), circa venti giorni dopo la schiusa, gli abbozzi dei corpuscoli di Stannius non solamente sono già tutti completamente separati dall'uretere [Tav. VI, Fig. 45-47, *ip(c s)*], ma essi si sono già, per moltiplicazione delle loro cellule, accresciuti abbastanza e si mostrano ora divisi in due o tre lobuli (Fig. 47) per mezzo di sottili sepimenti connettivali, che sono una dipendenza del loro involucro e che si spingono nell'interno di essi con i vasi. Hanno cominciato a suddividersi in otricoli pieni secondari. Alcuni sono piccoli e ancora costituiti da un solo otricolo, altri più grandi e mostransi composti di due o tre o più otricoli. I corpuscoli considerati nel loro insieme hanno modi-

(1) Lunghezza mm. 20-21 circa.

ficato la loro forma e la loro posizione e variano tanto per l'una quanto per l'altra. Rispetto alla forma, possono presentarsi, nelle sezioni trasversali, alcuni rotondeggianti altri ovalari col loro asse maggiore diretto in senso trasversale. Per quanto riguarda la loro posizione, i più stanno ancora situati nel luogo di origine al disopra degli ureteri, vicini o addossati al lato dorsale di questi (Fig. 45 e 46), ma di solito tendono a spostarsi verso il margine laterale del mesonefro o rene primitivo (Fig. 47), qualcuno di essi invece, come talvolta si osserva, si sposta verso l'interno, sorpassa medialmente il margine interno dell'uretere o va anche a situarsi proprio sul lato interno di questo. Cosicchè gli abbozzi, dopo staccatisi dall'uretere, possono, pur rimanendo nel terzo medio dei reni, assumere posizione assai svariata, la quale cosa spiega la svariata situazione che, come si vide nella prima parte del lavoro, hanno i corpuscoli di Stannius nei *Salmo* adulti.

Il meccanismo di spostamento dei corpuscoli di Stannius deve in parte dipendere dal diverso rapporto di accrescimento tra corpuscoli e regione del mesonefro nella quale essi sono nati.

Il loro volume a questo stadio è aumentato quasi del doppio, a confronto di quello che essi possedevano a 40 o 47 giorni, e possono quindi raggiungere col loro diametro traverso il doppio della larghezza dell'uretere. Le cellule periferiche, come soprattutto addita la distribuzione dei nuclei, sono regolarmente e bene ordinate in senso radiale sulla parete, anche nei lobuli od otricoli che risultano dalla suddivisione degli abbozzi primitivi, mentre le cellule centrali sono disposte senza una speciale regola (Fig. 46).

I tuboli o canalicoli urinari di primo ordine del mesonephros sono tuttora in formazione in questa regione, quantunque abbiano però progredito nel loro sviluppo e siano venuti assumendo l'aspetto di tuboli non ancora provvisti di lume o con lume appena accennato. Ma anche adesso è facile distinguere i tuboli urinari, non ostante che in questi manchi ancora un lume o vi si scorga soltanto a mala pena e non siano allungati, dagli abbozzi già avanzati dei corpuscoli di Stannius. La distinzione si fa agevolmente perchè i corpuscoli di Stannius offrono nel loro insieme un aspetto assai diverso e ben caratteristico; essi sono ora più chiari, mentre gli abbozzi dei canalicoli risaltano per la loro intensa colorazione; mostrano i loro elementi cellulari e quindi anche i nuclei meno stipati, laddove invece le cellule e i nuclei degli abbozzi dei canalicoli urinari sono fittamente addossati fra di loro e disposti come in strati concentrici. Inoltre anche la forma e i caratteri strutturali del nucleo valgono a farci differenziare le due formazioni. Il nucleo degli elementi cellulari dei corpuscoli di Stannius è di figura rotondeggiante con discreta quantità di cromatina e un nucleolo non molto distinto; all'incontro il nucleo degli elementi degli abbozzi dei tuboli urinari è ovalare o ellissoidale, chiaro, si direbbe trasparente, con poca cromatina e con nucleolo molto distinto. Tali differenze ravvisò anche Felix tra quelli che egli ritenne abbozzi di canalicoli rudimentali del rene primitivo e gli altri che riguardò quali canalicoli del metanephros, del « Nachniere », secondo l'espressione da lui adoprata.

Come si sa e come Felix, modificando in parte la sua prima opinione, ha dimostrato appunto per i Salmonidi, i canalicoli urinari di primo ordine del mesonefro si abbozzano indipendentemente dall'uretere primario e soltanto dopo che si sono formati si mettono in

unione con esso e vi si aprono. Ora, per gli speciali caratteri che gli abbozzi dei canalicoli del mesonephros presentano, non è possibile, soprattutto per un occhio esercitato, di confonderli con gli abbozzi dei corpuscoli di Stannius nemmeno allorchè, effettuandosi quel processo che porta all'unione degli abbozzi dei canalicoli coll'uretere primario (Fig. 45, 46 e 47, *c u*), si vegga, in certe sezioni, l'estremo prossimale di un dato canalicolo saldato all'uretere primario e come facente parte della parete epiteliale dell'uretere medesimo, in guisa da simulare, in tali condizioni, l'aspetto d'una gemma che sorga dalla detta parete, a somiglianza di quanto appunto effettivamente si verifica per l'origine dei corpuscoli di Stannius.

S'aggiunga inoltre che a quest'epoca non si formano altri abbozzi dei corpuscoli di Stannius e che tutti gli abbozzi di questi corpuscoli si costituiscono, come sopra si disse, ad uno stadio assai più giovane, quando gli accenni dei veri canalicoli urinari non sono ancora ben manifesti.

Negli avannotti di 67 giorni (27 giorni circa dalla schiusa) le apparenze relativamente ai corpuscoli di Stannius sono poco cambiate in confronto a quelle per essi descritte nello stadio di 61 giorni. I canalicoli urinari si sono allungati ed escavati.

Negli avannotti di 73 giorni (33 giorni circa dalla schiusa) (1) i corpuscoli di Stannius si sono molto accresciuti e vanno assumendo l'aspetto di quella loro architettura che poi mostreranno a completo sviluppo e nell'adulto [Tav. VI, Fig. 48, *ip* (*c s*)]. Col loro accrescersi è aumentato il numero dei lobuli od otricoli pieni che compongono ogni corpuscolo di Stannius, e d'altro canto gli otricoli si sono allungati e incurvati in varia maniera, così da apparire tortuosi. Ora sono già molti i lobuli in cui ogni corpuscolo si è suddiviso, tantochè in una sezione trasversa si possono contare fino a 7 e 8 lobuli. L'involucro o capsula connettivale che circonda ciascun corpuscolo, sebbene sempre sottile, è assai nettamente visibile, e pure assai distinti sono i sepimenti che dividono i lobuli od otricoli fra loro. Alcuni otricoli si mostrano con un certo aspetto di canalicolo come se possedessero uno stretto lume, ma in verità gli otricoli dei corpuscoli di Stannius non si escavano mai e l'apparenza, di cui parliamo, dipende da un po' di retrazione, per effetto del liquido fissativo, degli elementi che li costituiscono, poichè, dove essi sono meglio fissati e conservati, non lasciano affatto scorgere lume di sorta.

In avannotti di 80 giorni (circa 40 giorni dalla schiusa) i corpuscoli di Stannius hanno ancora, presso a poco, le apparenze che mostravano a 73 giorni; continuando a spostarsi, qualcuno di essi è ora giunto a situarsi proprio sul margine laterale ventrale del mesonefro.

A 88 giorni (48 giorni circa dalla schiusa) (2) i corpuscoli di Stannius [Tav. VI, Fig. 49-51, *ip* (*c s*)] si sono maggiormente accresciuti. Esaminando la serie delle sezioni si

(1) Lunghezza mm. 22 circa.
(2) Lunghezza mm. 25 circa.

ritrovano nella porzione media del mesonefro, che frattanto ha preso, nella sezione trasversale, la figura di trapezio, e quanto alla loro posizione rispetto a questo, qualcuno si è mantenuto sulla sua faccia dorsale, la maggior parte, spostandosi, sono venuti a collocarglisi sulla faccia laterale, sia più presso al margine dorsale, sia più presso al margine ventrale della medesima, qualche altro si è maggiormente dislocato in modo da situarsi proprio sul margine laterale ventrale. Tal' altro è immerso nello spessore del mesonefro tra i canalicoli uriniferi; ed uno, nell'esemplare studiato, mostra una posizione dorso-mediale rispetto all'uretere del proprio lato. Non hanno tutti la stessa grandezza, ma alcuni sono più grandi, altri più piccoli, e qualcuno dei voluminosi è veramente notevole per la sua mole rispetto alla sezione trasversa del mesonefro. I più grandi raggiungono in altezza, ossia nel loro diametro verticale, i due terzi dello spessore del mesonefro, e in larghezza, ossia nel diametro trasversale, comprendono quasi un terzo del diametro trasversale del mesonefro o tre volte quello dell'uretere. Ciascuno nel suo insieme offre sulle sezioni trasverse figura rotonda od ovale. Sono nettamente delimitati da un sottile involucro o capsula connettivale ed appaiono costituiti da otricoli più o meno convoluti e strettamente addossati fra loro. I loro lobuli, che sono anche aumentati di numero (1), hanno infatti acquistato maggiormente l'aspetto di otricoli pieni ripiegati su sè stessi o tortuosi, le cui sezioni possono mostrarsi circolari, ovalari, ellissoidali o più allungate a guisa di cilindro incurvato. I vasi sanguiferi, nei sepimenti che separano gli otricoli, sono adesso meglio manifesti e perciò ancor più distinti appariscono gli otricoli stessi. A tale stadio diventa quasi impossibile confondere i corpuscoli di Stannius o gli otricoli che li compongono con i tuboli uriniferi del mesonefro, anche se si tratta di tuboli di secondo o terzo ordine che sono in formazione e che hanno i loro elementi fittamente stipati ed in certe sezioni si mostrano come tuboli pieni. I corpuscoli di Stannius si caratterizzano per il loro aspetto più chiaro e per la disposizione e la struttura degli elementi cellulari degli otricoli. Gli elementi periferici di ogni otricolo sono bene ordinati sulla sua membrana propria, come viene soprattutto indicato dalla serie dei nuclei, ed hanno forma cubica o cilindro-conica; gli elementi centrali sono disposti senz'ordine e posseggono svariata figura poliedrica. Gli elementi in genere, così i periferici come i centrali, degli otricoli sono piuttosto piccoli, il loro citoplasma chiaro, rispetto a quello dei tuboli uriniferi, mostra sottili granuli e non è molto abbondante. I loro nuclei sono rotondeggianti, discretamente ricchi di cromatina e di solito provvisti di nucleolo.

Si può dire che a questa età i corpuscoli di Stannius, salvo la mole, hanno già acquistato, nelle linee fondamentali, i caratteri strutturali loro propri e che mostreranno poi nell'adulto.

Le modificazioni che essi d'ora innanzi subiranno, consistono nell'aumento numerico dei loro otricoli e dei loro lobuli che conduce ad un notevole accrescimento di volume dei corpuscoli. Questo processo però si svolge piuttosto lentamente e bisogna passare a stadi molto

(1) In una sezione trasversa dei corpuscoli di Stannius più grandi se ne contano da quattro o cinque fino a una diecina.

più avanzati per vedere i corpuscoli di Stannius assai accresciuti in confronto all'ultimo stadio sopradescritto.

Ma venendo ad esaminare gli stadi di 116 giorni (76 giorni circa dalla schiusa) che sono oramai rappresentati da piccoli pesciolini (1), i corpuscoli di Stannius sono già così grandi da potersi scorgere sulle sezioni con una semplice lente d'ingrandimento, avendo i più voluminosi raggiunto circa uno o due decimi di millimetro nel loro asse maggiore e potendo occupare metà dello spessore del rene. I corpuscoli di Stannius sono ora situati per la maggior parte, da un lato e dall'altro, [Tav. IV, Fig. 52, 53 e 54, *i p* (*c s*)] sul margine latero-dorsale e sul margine latero-ventrale del mesonefro, il quale ora nella sezione trasversa mostra una figura rassomigliabile presso a poco a quella di un trapezio. Qualcuno dei corpuscoli è situato sulla faccia dorsale, qualche altro immerso nello spessore del mesonefro.

A questo stadio i caratteri strutturali dei corpuscoli di Stannius si avvicinano maggiormente a quelli che per essi vedemmo nell'adulto. Il loro involucro o capsula connettivale, che li isola e separa nettamente dai tessuti circonvicini, è divenuto, sebbene sempre sottile, più manifesto, e più evidenti sono i sepimenti per mezzo dei quali ciascun corpuscolo vien suddiviso in lobuli. Nei corpuscoli più grandi si hanno alcuni sepimenti più grossi che li dividono in tre o quattro lobi maggiori, ciascuno dei quali è poi suddiviso in lobuli. In una sezione trasversale dei corpuscoli più voluminosi si possono contare fino 12 o 14 lobuli. Gl'interstizi fra i singoli lobuli appariscono meglio e pertanto i lobuli stessi sono ora anche più distinti (Fig. 55, 56, 57). I lobuli hanno adesso assunto più marcatamente l'aspetto di otricoli contorti con decorso piuttosto lungo, cosicchè si può, ad esempio, vedere talvolta un otricolo percorrere tutto il diametro maggiore del corpuscolo di cui fa parte. Gli otricoli, cioè, ingrandendosi e allungandosi, sono divenuti anche più tortuosi. Essi hanno sempre l'aspetto di otricoli solidi e per quanto riguarda la disposizione e la struttura degli elementi epiteliali di cui risultano costituiti, possiamo ora riferirci a quello che ne dicemmo quando nella prima parte del lavoro trattammo dei corpuscoli di Stannius dell'adulto, e perciò non occorre che qui ci dilunghiamo su questo punto. A tale proposito riuscirà invece molto dimostrativo un confronto tra le Fig. 55, 56, 57 e quella che demmo per un corpuscolo di Stannius dell'adulto (Tav. II, Fig. 13 della prima parte). Gli otricoli, come nell'adulto, sono pieni, non posseggono lume e le cellule epiteliali, che li compongono, possono essere distinte in cellule parietali o periferiche e cellule centrali o assiali. Le cellule periferiche hanno la disposizione, la forma e la struttura che mostrano negli otricoli dei corpuscoli di Stannius dell'adulto; sono cioè regolarmente ordinate sulla parete degli otricoli in senso perpendicolare ad essa, ossia in direzione radiale; hanno forma cilindrico-prismatica o cilindro-conica piuttosto bassa; il loro citoplasma non molto abbondante è meno finamente granuloso di quello delle cellule dell'interrenale anteriore, ed il nucleo rotondeggiante o leggermente ovalare posto verso la loro parte basale. Le

(1) Lunghi mm. 35 circa.

cellule centrali, che occupano la porzione assiale degli otricoli, sono irregolarmente disposte ed hanno forma svariata e riempiono questa porzione assiale dell' otricolo, la quale apparisce d' una tinta un po' più chiara o, per meglio dire, meno scura della parte periferica.

Le modificazioni successive, a cui i corpuscoli di Stannius vanno incontro coll' accrescersi dell' animale, non concernono la loro struttura fondamentale, che oramai è raggiunta, ma toccano soltanto il loro volume, il quale aumenta, sia per l' ingrandirsi, in lunghezza e grossezza, degli otricoli già formati, sia per il costituirsi di nuovi otricoli derivati da quelli preesistenti, che, accrescendosi, si suddividono per azione del connettivo e dei vasi che verso di essi s' inoltrano, donde il notevole aumento numerico degli otricoli stessi che entrano a comporre un corpuscolo dell' adulto.

L' aumento di massa dell' intiero complesso glandulare dei corpuscoli è tale che essi nelle piccole Trote di circa un anno di età si riconoscono facilmente ad occhio nudo, e così si giunge a poco a poco a quelle apparenze macroscopiche che per giovani esemplari descrissi, relativamente a questi organi, nella prima parte del lavoro.

Però non tutti i corpuscoli di Stannius si sviluppano ulteriormente in modo da raggiungere una cospicua massa; alcuni, e, a quanto sembra, più particolarmente alcuni di quelli più craniali, rimangono piccoli o, se anche continuano ad accrescersi, non acquistano tuttavia un ragguardevole volume.

D' altro canto può anche accadere che, in seguito ad un rigoglioso accrescimento, piccoli gruppi di otricoli vengano a staccarsi da un grande complesso e figurino isolati. Al contrario corpuscoli vicini d' un medesimo lato possono, accrescendosi, venire a contatto tra loro e anche fondersi insieme, dando quindi luogo ad una più grande massa.

Tutto ciò collima, fornendocene anzi la ragione, con quanto riscontrammo nell' adulto, dove vedemmo che poteva variare molto la posizione di questi organi nella porzione media del mesonefro e dove altresì vedemmo che, quanto alla loro grandezza, in *Salmo fario* da corpuscoli delle dimensioni di mm. 0,5 fino a mm. 2-2,5 (1) si passava a corpuscoli minutissimi di appena qualche decimo di mm.

Da tutto quello che sopra abbiamo esposto sullo sviluppo dell' interrenale posteriore ossia dei corpuscoli di Stannius, seguendoli dal loro primo accenno, dalla loro prima comparsa, gradatamente sino alle loro fasi più tardive, sino a che hanno, cioè, acquistato i caratteri strutturali che essi posseggono allo stato adulto, risulta chiaramente, come conclusione essenziale, che i corpuscoli di Stannius nei *Salmo* si originano dall' epitelio della parete dorsale della porzione media del canale del pronephros od uretere primario a guisa di proliferazioni solide, che poi si staccano dalla loro matrice e se ne allontanano più o meno, nel mentre

(1) Ecker in un Salmone del peso di 28 libbre trovò che i corpuscoli più grandi misuravano $2\,^1/_2{}'''$ ossia mm. 5,65 di diametro. Sw. Vincent in un Salmone di 83 cm. di lunghezza trovò corpuscoli da mm. 3 a mm. 5-7 di diametro.

che si dividono in otricoli solidi (otricoli secondari). Il complesso degli otricoli derivato da ogni gemma è circondato da un involucro connettivale e costituisce nel suo insieme un corpuscolo di Stannius nettamente separato dai tessuti circonvicini del mesonephros, nel quale i corpuscoli vengono a trovarsi più o meno immersi, talvolta anche profondamente. Gli abbozzi dei corpuscoli di Stannius hanno caratteristiche loro proprie e non possono essere confusi con gli abbozzi dei canalicoli urinari del mesonefro, poichè questi non derivano dall'uretere primario col quale soltanto secondariamente si mettono in comunicazione.

Questa conclusione con ogni verisimiglianza deve valere per i corpuscoli di Stannius di tutti i Teleostei, e si può già prevedere che, studiando lo sviluppo degli organi in parola in quei Teleostei nei quali essi risiedono, di solito in numero di due, in corrispondenza dell'estremo caudale del mesonefro, si vedranno trarre origine, anzichè dalla porzione media, dall'estremo posteriore dell'uretere primario.

Sotto questo riguardo, come vedremo nelle considerazioni critiche, si presenta con un certo fondamento l'opinione espressa da Huot, che i corpuscoli di Stannius dei Lofobranchi prendono origine dall'estremo posteriore del canale di Wolff.

Considerazioni critiche sullo sviluppo dell'interrenale posteriore (caudale) o corpuscoli di Stannius.

In principio del capitolo sullo sviluppo dell'interrenale posteriore ossia dei corpuscoli di Stannius, già prima di esporre i risultati delle mie ricerche, rilevai subito che le mie osservazioni sopra al modo di originarsi e di costituirsi di questi organi coincidevano con quanto Felix nei ben noti e interessanti suoi studi sullo sviluppo dell'apparato escretore di *Salmo salar* e *S. fario* vide e descrisse per quelle formazioni che egli ritenne dapprima (*Anat. Hefte, Band VIII, Heft II-III, 1897*) come rene primitivo (Urniere) o più precisamente come canalicoli rudimentali del rene primitivo (rudimentäre Urnierenkanälchen), poi (O Hertwig's *Handbuch der vegl. u. exp. Entwickelungslehre der Wirbeltiere, Band 3, Teil 1, pag. 218*) come formazioni dubbie o problematici abbozzi di canalicoli (fragliche Kanälchenanlagen). Le Figure ricavate dai miei preparati e che illustrano la esposizione delle mie indagini concordano pienamente con le Figure che accompagnano il lavoro di Felix. Evidentemente le particolari formazioni che attrassero l'attenzione di Felix e delle quali egli, pur avendone minutamente esaminato il graduale evolversi dalla loro prima comparsa fino alla completa loro costituzione, non riuscì a determinare il significato, e quelle che io ho seguìto nel loro sviluppo, indicandole come corpuscoli di Stannius, sono la identica cosa.

Il Felix ricorda di avere riscontrato tali peculiari formazioni anche nell'adulto, ma certamente egli non sospettò che le medesime nell'adulto corrispondessero ai corpuscoli di Stannius e perciò anche allo stato maturo le interpretò come un complesso di cana-

licoli secondari del rene primitivo, quantunque quel complesso, riconoscibile ad occhio nudo, fosse separato dai tessuti circostanti del rene mediante una capsula connettivale e non avesse alcuna relazione con gli ureteri nè con le gonadi.

In contrapposto a queste formazioni, rimaste per lui enigmatiche, il Felix riguardò nel suo lavoro i veri canalicoli urinari, di cui egli mostrò chiaramente i primi accenni e il loro successivo svolgersi, come costituenti un « Nachniere » ovvero un metanephros.

Se al Felix fosse sorto il concetto che gli organi da lui ritrovati nelle Trote sessualmente mature, come continuazione nell' adulto delle peculiari formazioni da lui scorte e studiate negli embrioni e negli avannotti, rappresentavano i corpuscoli di Stannius, senza dubbio egli non avrebbe mancato di stabilire la corrispondenza tra quelle e questi. I corpuscoli di Stannius nel *Salmo salar* adulto erano già stati veduti e descritti da Hecker (1) nel 1846. Quasi contemporaneamente al lavoro di Felix, nel 1897 furono, quantunque brevemente, pure descritti in *Salmo salar* e *S. trutta* da Swale Vincent (2) che li ricercò in numerose altre specie. Di poco anteriori a quel medesimo tempo sono i lavori di Diamare (1895 e 1896) (3). Allora apparvero anche le brevi comunicazioni di Huot (4) e più tardi il lavoro di Srdínko (5).

Secondo una prima opinione di Felix (6), le proliferazioni solide derivate dalla parete dorsale del canale del prorene, nella parte posteriore del corpo, avrebbero rappresentato il primo accenno dei canalicoli urinari del rene primitivo, i quali si sarebbero staccati dall'uretere per poi mettersi, dopo essere divenuti cavi e quindi provvisti di lume, di nuovo, e questa volta permanentemente, in comunicazione con esso. Successivamente Felix si accorse che tali accenni, una volta staccatisi dall'uretere, pur continuando ad accrescersi ed a suddividersi in otricoli secondari, rimanevano in gran parte solidi e sempre separati dall'uretere senza riacquistare più alcuna comunicazione col medesimo, restando così il

---

(1) Ecker A. — Der feinere Bau der Nebennieren beim Menschen und den vier Wirbelthierclassen. *Braunschweig 1846.*

(2) Vincent Sw. — Contributions to the comparative anatomy and histology of the suprarenal capsules. The suprarenal bodies in Fishes and their relation to the so-called head-kidney. *Transactions of the Zool. Society. Vol. XIV, Part III. London 1897.*

(3) Diamare V. — I corpuscoli di Stannius ed i corpi del cavo addominale dei teleostei. Notizie anatomiche e morfologiche. *Bollettino Soc. Naturalisti in Napoli. Vol IX, Anno IX. 1895.*

— — Ricerche intorno all'organo interrenale degli elasmobranchi ed ai corpuscoli di Stannius dei teleostei. Contributo alla morfologia delle capsule surrenali. *Memorie della Società Italiana delle Scienze (detta dei XL). Serie III, Tomo X. Roma 1896.*

(4) Huot E. — Sur le capsules surrénales, le reins, le tissu lymphoïde des Poissons lophobranches. *Comptes Rendus de l'Académie des sciences. Tome 124, p. 1462-1464. Paris 1897.*

— — Prèliminaire sur l'origine des capsules surrénales des Poissons lophobranches. *Ibid. Tome 126, p. 49-50. Paris 1898.*

(5) Srdínko O. — Beiträge zur Kenntnis der Nebenniere der Knochenfischen. Ueber Bau und Entwickelung der Stannius'schen Körpchen der Lophobranchier. *Arch. f. mik. Anat. Band 62. 1903.*

(6) Felix W. — Ueber die Entwickelung des Excretionssystemes der Forelle (Vorniere, Urniere, Nachniere). *Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft auf der neunten Versammlung in Basel. 1895.*

complesso degli otricoli una glandola senza condotto escretore. Mise pertanto in rilievo la differenza di sviluppo e di comportamento fra queste formazioni che per lui rappresentavano i canalicoli del rene primitivo, dell' « Urniere », e i canalicoli di quello che egli considerò come metanephros, come un « Nachniere », facendo appunto notare che, mentre i canalicoli dell'« Urniere » si sviluppano per separazione di proliferazioni solide dalla parete dorsale dell'uretere primario, i canalicoli del « Nachniere » si formano da un blastema di origine ignota. Concluse osservando che, se la denominazione da lui usata di canalicoli del rene primitivo era giusta, dovevasi anche dire che i Salmonidi posseggono un rene primitivo affatto rudimentale (« die Salmoniden eine ganz rudimentär entwickelte Urniere besitzen »).

Più tardi Felix, nel bel capitolo sullo sviluppo dell'apparato escretore che egli scrisse per il grande trattato di Embriologia comparata dei Vertebrati pubblicato da O. Hertwig, modificò, giustamente, il suo concetto, descrivendo come rene primitivo i veri canalicoli urinari, che sorgono da un blastema ben distinto, per quanto di origine assai difficile a precisarsi, ed indicando come formazioni dubbie o problematici abbozzi di canalicoli (fragliche Kanälchenanlagen), le proliferazioni solide della parete dorsale dell' uretere primario.

Per la storia delle proliferazioni solide che, come descrisse Felix e come io, precisandone inoltre il significato, confermai, sorgono dalla parete dell' uretere, occorre ricordare una notizia bibliografica che fu registrata da Felix stesso. M. Nussbaum in una breve comunicazione dal titolo « Ueber die Niere der Wirbeltiere » pubblicata nel 1878 (1) e che Felix ebbe modo di conoscere dall'Autore medesimo, il quale vi richiamò la sua attenzione dopo che Felix gli comunicò i suoi risultati, si occupa dello sviluppo dei canalicoli urinari nella Trota e annunzia che il rene permanente della Trota deriva, nell' estremo posteriore del corpo, per mezzo della formazione di gemme dell' uretere primario. Nussbaum inviò a Felix insieme alla sua nota due disegni inediti, un uretere primario isolato con cinque rigonfiamenti a forma di rosario ed una sezione trasversa a livello d'uno di questi rigonfiamenti. « Ambedue i disegni, scrive Felix, provano che lo sviluppo del rene primitivo della Trota avviene come io lo esposi nel Congresso di Basilea (1895) e perciò fu già da Nussbaum giustamente veduto, e, poichè fu descritto nella comunicazione sopra citata, la priorità di questo reperto spetta a Nussbaum ». Come ora sappiamo, quelle gemme vedute per primo da Nussbaum e che questo Autore medesimo considerò quali abbozzi dei canalicoli urinari del rene permanente della Trota, non sono invece che il primo accenno dei corpuscoli di Stannius.

Una importante allusione, per quanto fatta assai fugacemente, al significato delle proliferazioni solide del canale del pronephros nella Trota si trova nel lavoro di Swaen e Brachet intitolato: « Étude sur les premières phases du développement des organes dérivés du mésoblaste chez les poissons téléostéens ». Swaen e Brachet non si occupano in modo speciale dello sviluppo dei canalicoli urinari del mesonefro e delle formazioni di cui teniamo parola, ma siccome ricordano che Felix, per l'interpretazione che egli dà al

(1) *Sitzungsber. der niederrhein. Ges. Bonn 1878.*

canale escretore del pronephros, si vale del modo con cui si sviluppa quello che egli chiama rene primitivo o mesonephros, gli AA. osservano:

« Felix, pour soutenir sa manière de voir, se base surtout sur le rôle que joue le canal dans la formation du soi-disant mésonéphros. Mais il faut bien reconnaître que le mésonéphros décrit par Felix chez le Salmonides n'a aucun des caractères de cet organe. Les masses cellulaires pleines qui se séparent de la paroi du canal, qui s'accroissent beaucoup ultérieurment, mais ne gagnent jamais de lumière centrale et ne forment ni canaux excréteurs, ni ampoules de glomérules de Malpighi, nous paraissent ressembler bien plus à un organe surrénal qu'à un mésonéphros même rudimentaire ».

« Nous avons retrouvé chez les embryons de truite ces productions du canal excréteur, la description de Felix en est exacte, mais de nouvelles recherches nous semblent nécessaires pour élucider cette question ».

« Si notre opinion était vérifiée, elle serait une confirmation importante des recherches de Semon sur le développement de l'organe surrénal ou interrénal (partie non nerveuse) de l'Ichtyophis glutinosus ».

Come si è visto, queste mie ricerche hanno chiarito la questione, poichè con esse si può ora attribuire alle formazioni solide derivate dal canale del pronephros con tutta certezza il loro giusto significato, e precisamente quello di abbozzi dei corpuscoli di Stannius. Ma ciò non viene in appoggio del concetto di Semon sullo sviluppo dell'interrenale dell'*Ichthyophis*, poichè si è anche visto che queste stesse mie ricerche hanno dimostrato l'esistenza dell'interrenale anteriore, prima sconosciuto, il quale per la sua struttura e per la sua origine è quello che più propriamente nei Teleostei corrisponde al vero interrenale degli altri Vertebrati, e che d'altro canto da esso devono tenersi distinti i corpuscoli di Stannius appunto per la loro origine così peculiare, oltre che per alcune differenze nei loro caratteri strutturali.

Felix, chiudendo il capitolo sullo sviluppo del rene primitivo dei Teleostei nel Trattato di Embriologia pubblicato da O. Hertwig, così si esprimeva: « Was diese fraglichen Kanälchenanlagen bedeuten, darüber ist zur Stunde eine einwandfreie Meinung nicht auszusprechen. Ich (1896) habe sie seiner Zeit als rudimentäre Urnierenkanälchen aufgefasst und deswegen die Kanälchen der bleibenden Niere als Nachnierenkanälchen der Amnioten nicht mit dem sekundären, sondern mit dem primären Harnleiter in Verbindung treten. Swaen und Brachet (1901) sprechen die Vermutung aus, dass es sich bei ihnen um Gebilde ähnlich den Suprarenalkörpern der Selachier handeln könne; diese Vermutung hat vieles für sich. Ihre endgiltige Einreihung muss einstweilen noch dahingestellt sein ».

Se con l'espressione di corpi soprarenali dei Selaci usata da Felix, nelle parole qui sopra riportate, s'intende indicare precisamente gli organi che proprio con quel nome si chiamano negli Elasmobranchi e cioè i corpi che ne costituiscono il sistema cromaffine, è superfluo notare come la supposta omologia sarebbe doppiamente erronea (1). Le mie ri-

(1) Questa stessa considerazione feci in una mia nota del 1910 (*Rendiconto delle Sessioni della R. Accad. delle Sc. dell'Ist. di Bologna, Classe di Sc. fis. Vol. XIV*) in cui davo un breve cenno

cerche dimostrano infatti che i corpuscoli di Stannius, avuto riguardo soprattutto alla loro origine, non si potrebbero senz'altro omologare all'interrenale dei Selaci, al quale invece, come già dicemmo, e pel modo simile di origine e anche per la struttura, è certamente omologo l'interrenale anteriore dei Teleostei.

Interessa ora che io venga a parlare di due lavori, gli unici, in vero, che s'incontrano nella letteratura sull'argomento, i quali trattano di proposito dello sviluppo dei corpuscoli di Stannius, e cioè del lavoro di Huot e di quello di Srdínko. Ambedue questi ricercatori fecero oggetto delle loro indagini i Lofobranchi, venendo però a conclusioni affatto opposte, poichè, mentre Huot affermò (e noi, per quello che abbiamo veduto nei Salmonidi, dovremmo dire con ragione) che i corpuscoli di Stannius prendono origine nei Lofobranchi da evaginazioni del canale di Wolff, Srdínko al contrario credette di poter dimostrare che in questi stessi Teleostei derivano dall'epitelio peritoneale.

Nei Lofobranchi i corpuscoli di Stannius sono di regola in numero di due e situati all'estremo caudale del mesonefro, presso al punto in cui gli ureteri piegano un poco in basso e in avanti per poi sboccare nella vescica urinaria.

Huot pubblicò due brevi note l'una nel 1897 e l'altra nel 1898. Con la prima nota (1) riferì che le capsule surrenali dei Lofobranchi negli embrioni, ossia nei primi stadi che egli potè osservare, appariscono sotto forma di due vescicole chiuse situate, a destra e a sinistra, sulla faccia ventrale del rene, a livello circa dell'apertura anale. Nei Singnatidi i corpuscoli di Stannius conservano anche negli adulti la stessa posizione che occupano negli embrioni, negli Ippocampi invece possono approfondarsi più o meno nella sostanza renale.

Nel 1898, dopo aver raccolto altri dati, Huot pubblicò la seconda nota (2) nella quale comunicò che, con i suoi studi sullo sviluppo dei corpuscoli di Stannius dei Lofobranchi, egli era giunto a risultati completamente diversi da quelli ottenuti da coloro i quali fanno derivare le formazioni omologhe di altri Vertebrati dall'epitelio celomatico. Huot trovò che negli embrioni assai giovani di *Syngnathus Dumerilii*, di cui però egli non dà l'età nè la lunghezza, i primi abbozzi dei corpuscoli di Stannius si mostrano, da un lato e dall'altro, sotto forma di un'evaginazione della parete laterale del rispettivo canalino di Wolff in quel punto in cui questo si avvicina alla vescica urinaria, vale a dire alquanto in avanti del suo sbocco nella vescica medesima. Secondo la descrizione di Huot, ognuna delle due evaginazioni cave, che sarà più tardi una capsula surrenale, comunica a questo momento col canale di Wolff e perciò la capsula surrenale a questo stadio rassomiglia ad una glandula provvista di condotto escretore. Negli stadi più avanzati, dei quali

---

dei primi risultati delle mie ricerche sullo sviluppo del sistema interrenale dei Salmonidi ed allora attribuii inavvertentemente a Swaen e Brachet la espressione « simili ai corpi soprarenali dei Selaci » che era stata invece usata da Felix.

(1) l. c. *C. R. Acad. d. Sc. 1897.*

(2) l. c. *C. R. Acad. d. Sc. 1898.* Veggasi di Huot anche il lavoro: Recherches sur les poissons lophobranches. *Ann. des sciences nat. Zool. 1902.*

però l'Autore non dà le misure, scompare la comunicazione con i canali di Wolff, perchè ogni evaginazione si separa e diviene una vescicola epiteliale chiusa, rotondeggiante, formata da una sola serie di cellule e completamente circondata da una membrana connettivale, che nettamente la delimita. Da ogni vescicola, per moltiplicazione dei suoi elementi e per divisione della sua parete epiteliale, deriva successivamente un ammasso più o meno complicato di vescicole secondarie. I due complessi costituiscono alla fine le capsule surrenali dell'adulto, vale a dire i corpuscoli di Stannius, i quali possono allo stato maturo conservare la posizione primitiva, come in *Syngnathus Dumerilii, S. rubens, Nerophys*, oppure, in altri casi, come in *Hippocampus guttulatus*, infossarsi nel tessuto renale e allontanarsi dal luogo di loro origine.

Huot chiude la sua seconda comunicazione con le seguenti parole: « Notre étude a eu pour objet un groupe très restreint de Téléostéens. Il serait donc imprudent d'étendre nos conclusions aux autres groupes de Vertébrés. Écartant l'idée d'une généralisation trop hâtive, nous pouvons cependant croire que le mode d'origine des capsules surrénales chez les Lophobranches n'est pas un fait isolé et pourra être observé dans d'autres groupes de Poissons ».

« *En résumé*, les capsules surrénales des Poissons lophobranches proviennent de deux diverticules creux dont chacun est un bourgeonnement de la partie postérieur d'un canal de Wolff ».

I risultati ottenuti da Huot con queste sue ricerche non si accordavano affatto con quanto, circa allo sviluppo dell'interrenale, si veniva stabilendo nella generalità dei Vertebrati dalla massima parte degli autori che di tale argomento si occupavano, e parvero così eccezionali, ignorandosi allora le altre disposizioni relative all'interrenale dei Teleostei, da far sorgere il dubbio che fossero basati su qualche illusione e che Huot fosse stato tratto in inganno da qualche falsa apparenza. Al presente, se ci riferiamo a quanto chiaramente si segue negli embrioni di Salmonidi, a noi sembra che quei risultati siano da ritenersi conformi al vero, poichè l'unica differenza starebbe nel fatto che le gemme, rappresentanti i primi abbozzi dei corpuscoli di Stannius, nei Lofobranchi si presentano cave, mentre nei Salmonidi appariscono solide sin dal loro inizio. Non credo che ciò possa costituire una profonda differenza e tale da far mettere in dubbio l'asserto di Huot, anzi io penso che forse quegli speciali canalicoli, terminati a fondo cieco ai loro estremi e rivestiti di un epitelio cilindrico, che Srdínko, in due casi, rinvenne nei corpuscoli di Stannius di *Hippocampus aequoreus*, situati nell'interno del tessuto dei corpuscoli medesimi, potrebbero considerarsi come un residuo della primitiva vescicola con cui il corpuscolo si accenna. Tali canalini ho anch'io osservato nei miei preparati di corpuscoli di Stannius di *Hippocampus guttulatus* e di più ho riscontrato nell'interno di corpuscoli di Stannius di *Syngnathus acus* una grande vescicola rivestita di un epitelio cilindrico non molto alto simile a quello dell'uretere.

Ma se, per le ragioni che ora si sono dette, il risultato delle ricerche di Huot ci sembra avere fondamento di verità, ciò non ostante l'omologia che questi ammise tra i corpuscoli di Stannius e l'interrenale dei Selaci, supponendo in certa maniera che anche

tale organo traesse origine dal canale di Wolff, non può seguirsi senza riserve, poichè, come io ho osservato e annunziato già in una breve nota (1), anche nei Lofobranchi, oltre ai corpuscoli di Stannius, esiste pure l'interrenale anteriore, che in queste forme è anzi intimamente associato col tessuto cromaffine, cosicchè, stante questa associazione, vengono a costituirsi vere e proprie capsule surrenali dei Lofobranchi, disposte nei reni cefalici e lungo la porzione craniale delle vene cardinali posteriori.

Passando adesso al lavoro di Srdínko (2), ricorderò che egli eseguì lo studio dello sviluppo dei corpuscoli di Stannius più particolarmente in *Siphonostomum typhle*, ma fece osservazioni anche in *Hippocampus aequoreus* e *Syngnathus acus*. Col suo studio Srdínko si propose di vedere se effettivamente vi fosse una così notevole differenza tra la genesi dei corpuscoli di Stannius, che allora si conoscevano come unici rappresentanti dell'interrenale nei Teleostei, e la maniera di origine generalmente ammessa per l'interrenale degli altri Vertebrati. A Srdínko mancarono però stadi precoci, nei quali poter sorprendere i primi momenti della genesi degli organi oggetto delle sue ricerche e stabilire con precisione quale fosse la matrice, da cui sorgono per proliferazione i corpuscoli di Stannius, ed egli pertanto dovette limitarsi a desumere i loro rapporti genetici da quelli topografici e di vicinanza che essi, dopo aver già superata la loro organogenesi, vale a dire dopo essersi separati dalla loro matrice, mostravano nei più giovani embrioni esaminati. Infatti egli constatò negli embrioni di *Siphonostomum* che l'organogenesi era già compiuta negli stadi di 9 mm. di lunghezza, i più precoci avuti a sua disposizione, e similmente vide che essa era terminata in embrioni di *Hippocampus* di mm. 5. Di *Hippocampus* potè esaminare una serie di stadi da mm. 2,8 a 9 di lunghezza. L'organogenesi dei corpuscoli l'Autore la ricercò quindi in embrioni precedenti allo stadio di 5 mm., e, avendo riscontrato che allo stadio di 3 mm. non esiste alcuna traccia dell'abbozzo dei corpuscoli, giudicò di conseguenza che quel processo per l'*Hippocampus* si effettua in quel tempo embrionale che va da stadi di circa mm. 3,5 a mm. 5. Srdínko però in *Hippocampus aequoreus* vide gli abbozzi dei corpuscoli di Stannius soltanto allo stadio di mm. 4,5 ed essi a questo tempo erano già ben manifesti sotto forma di due gruppi cellulari situati sul piano mediano nella radice del mesenterio, ma ad una certa distanza dalla superficie peritoneale e per la massima parte sulla faccia dorsale del canale di Wolff. Srdínko credette di vedere a tale stadio gli abbozzi in connessione colla splancnopleura, ma in verità la Fig. 12 della Tavola del suo lavoro, nella quale disegna cotesta connessione, non è così dimostrativa da non lasciare dubbi su questo fatto, poichè l'abbozzo del corpuscolo è certamente già costituito ed in rapporto soltanto di vicinanza con la splancnopleura. Allo stadio di 5 mm., poco più avanzato del precedente, i corpuscoli appariscono come gruppi cellu-

(1) Giacomini E. — Il sistema interrenale e il sistema cromaffine (sistema feocromo) dei Lofobranchi. *Rendiconto delle Sessioni della R. Accad. delle Sc. dell'Istituto di Bologna. Classe di Sc. fis. N. S. Vol. XVI. 1911-12.*

(2) l. c. *Arch. f. mik. Anat. Band. 62. 1903.*

lari isolati, nettamente delimitati e situati dorsalmente ai canali di Wolff. In tutti i casi in cui potè trovare i corpuscoli di Stannius, sia come un gruppo di cellule non distintamente limitato, sia come un gruppo indipendente, Srdínko esaminò i loro rapporti col canale di Wolff, ma non potè, nemmeno in un unico caso, riconoscere nè un lume nè un dotto escretore dei corpuscoli nè qualsiasi comunicazione di questi col canale di Wolff.

Srdínko, procedendo per esclusione, concluse che il luogo da cui traggono origine i corpuscoli di Stannius è la splancnopleura alla radice del mesenterio, ventralmente o dorsalmente ai canali di Wolff, presso al punto in cui questi, nel loro decorso verso l'estremo caudale, si ripiegano in basso e in avanti per sboccare nella vescica urinaria. L'abbozzo dei corpuscoli di Stannius non si trova in alcun altro rapporto con i canali di Wolff all'infuori di quello di vicinanza topografica.

Giova qui rammentare che Poll, il quale seguì il lavoro di Srdínko, pure accettandone le conclusioni, commenta con queste parole: « I rapporti di posizione del più giovane di questi abbozzi osservati da Srdínko — in un embrione di *Hippocampus* lungo mm. 4,5 — coll'epitelio celomatico della radice del mesenterio, sono incontestabilmente i più stretti che questa formazione ha nello stadio in questione. Tuttavia trattasi qui, come anche nell'embrione di *Siphonostomum* di 9 mm., soltanto di un'immediata contiguità, poichè l'epitelio passa continuo a guisa d'una sottile linea sopra al corpuscolo. Per altro, nei diversi stadi di tutti i Lofobranchi ricercati, l'abbozzo è separato dal canale di Wolff per mezzo di una delicata membrana connettivale. Quando non si voglia ammettere che durante il breve lasso di tempo, che si richiede per l'accrescimento da mm. 3 a mm 4,5 di lunghezza, sia avvenuta la formazione, supposta da Huot, di gemme dalla parete del canale di Wolff, la completa separazione di questi abbozzi dalla loro matrice, lo spostamento dei gruppi cellulari, staccatisi, dal contorno laterale a quello dorso-mediale o ventro-mediale del canale, e si siano in questo stesso frattempo addossati strettamente alla splancnopleura — o in altre parole si sia compiuta l'intiera organogenesi, insieme ad un certo numero di modificazioni secondarie, che negli Squali corrisponderebbero all'incirca ad un periodo di accrescimento da 7 a 16 mm. — si deve con Srdínko giungere all'opinione che come matrice del corpuscolo di Stannius non sia effettivamente da riguardarsi il canale del rene primitivo, bensì l'epitelio della cavità celomatica ».

Srdínko non avendo mai trovato che i corpuscoli di Stannius comunicassero con il canale di Wolff, cercò di spiegare l'asserzione di Huot, da lui ritenuta erronea, col fatto che trovandosi gli abbozzi dei corpuscoli di Stannius addossati al canale di Wolff proprio in quel punto, in cui questo si ripiega per sboccare nella vescica urinaria, per tale cambiamento di direzione nel suo decorso, quando si osservino le sezioni sagittali di embrioni di *Siphonostomum*, esso sembra aperto verso il corpuscolo di Stannius e apparentemente uscire da questo a guisa di canale escretore, quantunque ne sia sempre separato; ed a trarre maggiormente in inganno avrebbe potuto concorrere, come spesso accade, la presenza di un vaso sanguifero, di una piccola vena che si spingesse col suo lume nel corpuscolo così da far credere all'esistenza di una cavità nel corpuscolo medesimo.

Come si può arguire da quanto, piuttosto largamente, abbiamo riferito intorno alle sue

ricerche, Srdínko non riuscì a fornire la prova sicura dell' origine dei corpuscoli di Stannius dall' epitelio peritoneale, e, non ostante l' acutezza delle argomentazioni addotte a sostegno del proprio modo di vedere, in contrapposto all' opinione di Huot, la questione rimaneva insoluta. I rapporti di vicinanza ed anche di immediata contiguità possono poco valere a stabilire la derivazione da una data matrice, specialmente quando trattasi di organi che, come i corpuscoli di Stannius, presto se ne separano completamente e subiscono spostamenti più o meno notevoli. Anche per i Salmonidi, ad es., in mancanza di preparati dimostrativi per le prime fasi di sviluppo dei corpuscoli di Stannius, si sarebbero trovati, negli stadi in cui gli abbozzi già formatisi hanno subìto spostamenti, rapporti di contiguità col peritoneo per qualcuno degli abbozzi medesimi, e da questa vicinanza si sarebbe potuto indurre la loro origine dall' epitelio celomatico; ma chi fosse poi giunto ad ottenere preparati di stadi precoci, che lasciassero chiaramente vedere l' inizio delle formazioni in discorso, non avrebbe mancato di rilevare che quei rapporti erano del tutto insufficienti a determinarne con precisione il luogo di origine (1).

Nei Lofobranchi i corpuscoli di Stannius che di regola, come abbiamo ricordato, sono due soltanto e situati all' estremo caudale del mesonefro, si devono probabilmente abbozzare non appena l' uretere primario ha terminato di formarsi, ed io penso che forse la difficoltà di sorprendere l' inizio della loro organogenesi stia principalmente nel fatto che essi sorgono, forse in modo rapido, proprio dall' estremo caudale dell' uretere, nel punto in cui questo si ripiega per andare ad aprirsi nella vescica urinaria.

Nei Salmonidi si hanno condizioni favorevoli, sia perchè i corpuscoli di Stannius sorgono dalla porzione media dell' uretere e se ne formano parecchi, da 5 a 9 per lato, anzichè uno solo, sia perchè lo sviluppo procede lentamente.

Infine, anche relativamente alle ricerche di Srdínko, occorre osservare che la origine dei corpuscoli di Stannius dall' uretere non sarebbe apparsa in così forte discordanza con quanto si sapeva e si sa sulla derivazione dell' interrenale degli altri Vertebrati, se allora si fosse conosciuta l' esistenza dell' interrenale anteriore nei Teleostei, compresi i Lofobranchi (veggasi a pag. 423).

Io stesso, quantunque avessi posto in rilievo l' esistenza dell' interrenale anteriore dei Teleostei e la diversità di certi suoi caratteri strutturali in confronto alla minuta architettura dei corpuscoli di Stannius, prima che le presenti ricerche sul loro sviluppo mi dimostrassero quale realmente ne fosse l' organogenesi, credetti che non vi dovesse essere differenza d' origine fra l' interrenale anteriore e i corpuscoli di Stannius (interrenale posteriore) e ritenni anch' io, fino a qualche anno fa, quest'ultimi completamente omologhi all'organo interrenale dei Selaci, come era già stato detto da Diamare e da Sw. Vincent.

---

(1) Similmente per i corpuscoli di Stannius di larva (leptocefalo) e di giovanissimi esemplari (cieche) di Anguilla, da me descritti e fatti disegnare nella mia prima Memoria sulle capsule surrenali dei Murenoidi, si sarebbe potuto pensare alla loro origine dall' epitelio peritoneale, se si fosse tenuto conto soltanto della loro topografia.

Ci rimane, da ultimo, da prendere in considerazione il lavoro di B. Haller sulla filogenesi del rene dei Teleostei « Zur Phylogenese des Nierenorganes (Holonephros) der Knochenfische » (1), non perchè vi si parli dello sviluppo dei corpuscoli di Stannius o in qualche maniera ve se ne faccia allusione, ma perchè in esso l'Autore scambia, come precedentemente era accaduto a Nussbaum ed a Felix, gli abbozzi di tali organi con quelli dei canalicoli uriniferi. Anzi, malgrado che Felix, nel bel capitolo sullo sviluppo dell'apparecchio escretore, scritto per il grande trattato di Embriologia pubblicato da O. Hertwig, avesse già corretto in parte la sua prima opinione, dichiarando che per quelle formazioni, le quali provengono come gemme solide dalla parete dorsale dell' uretere primario, non si trattava dei canalicoli del mesonephros, ma sibbene di speciali formazioni, il cui significato rimaneva molto dubbio, B. Haller si mostra persuaso che le gemme provenienti dal canale del pronephros rappresentino realmente abbozzi di canalicoli uriniferi. E di più sostiene, contrariamente a Felix, di cui a torto oppugna la giusta opinione della indipendente origine dei veri canalicoli uriniferi dal canale del pronephros, che tutti i canalicoli trasversali dell' intiero organo renale nella Trota si abbozzino da gemme della parete dell' uretere. « Ich für meinen Teil, scrive Haller, kann nach dem Mitgeteilten nur daran festhalten, dass sämtliche Querkanälchen des gesamten Nierenorganes bei der Forelle aus Knospen der Nierengangwand angelegt werden ». Orbene, quantunque rimanga sempre aperta la questione della origine prima del blastema da cui poi si formano i canalicoli uriniferi primari, è certo che le ricerche di Felix dimostrarono chiaramente che i canalicoli uriniferi del mesonefro non provengono da proliferazioni della parete dell' uretere primario, e le presenti mie indagini, mentre confermano questo fatto, definiscono il significato di quegli abbozzi che sorgono in forma di gemme solide dalla detta parete, additandoli indiscutibilmente come accenni dei corpuscoli di Stannius. Haller nella Fig. 1 della Tav. 28 del suo lavoro (2) rappresenta il rene embrionale di *Salmo irideus* e cranialmente disegna la prima porzione del rene, ossia il pronephros, con i canalicoli rudimentali, che egli credette esistere nel tempo embrionale in questa porzione e che noi abbiamo già detto essere niente altro che parti o cordoni epiteliali dell' interrenale anteriore, e, caudalmente al pronephros, i due ureteri e, quasi a metà di questi, da ciascun lato e al medesimo livello, un corpuscolo renale congiunto al rispettivo uretere mediante un breve tratto ristretto, a guisa di peduncolo, che dovrebbe, a quanto sembra, essere il canalicolo urinifero. Io credo che si possa spiegare questa rappresentazione di Haller soltanto col fatto che l'Autore ha descritto e figurato come uno speciale e grosso corpuscolo malpighiano del mesonefro un paio degli abbozzi dei corpuscoli di Stannius, forse il paio più craniale. Ed invero non si capirebbe altrimenti come Haller abbia potuto disegnare un rene embrionale nel modo da lui concepito, se appunto negli embrioni di 6 mm. di lunghezza (3), della lunghezza, cioè,

---

(1) *Jenaische Zeitschrift für Naturwiss. Band 43. 1908.*

(2) Questa figura è riportata anche da Wiedersheim. (*Vergl. Anat. der Wirbeltieren, Jena 1909, pag. 692*).

(3) Come ho già detto anche nella nota (1) a pag. 396, questa misura mi sembra troppo piccola perchè negli embrioni siano ben visibili le formazioni delle quali discutiamo; credo quindi che si tratti di stadi un poco più avanzati.

di quelli presi da Haller a base del suo disegno, è ancora assai difficile riconoscere gli accenni dei canalicoli uriniferi del mesonefro e certamente nulla ancora si scorge dei corpuscoli malpighiani, mentre invece appaiono già evidentemente formati e ben distinti gli abbozzi dei corpuscoli di Stannius.

Per quello che abbiamo fatto conoscere intorno ai corpuscoli di Stannius e all'interrenale anteriore dei Teleostei, sia riguardo alle differenze del loro rispettivo sviluppo, sia relativamente alla diversità dei loro caratteri strutturali, sarà molto interessante indagare se i così detti corpuscoli di Stannius dei Ganoidi si sviluppano nella stessa maniera. Il dubbio che non si tratti di formazioni perfettamente omologhe mi è suggerito da due fatti: 1° dall'aver veduto che gli organi che nello Storione (*Acipenser sturio*) portano il nome di corpuscoli di Stannius, diversificano alquanto per la loro struttura da quelli dei Teleostei e somigliano invece di più, sotto questo rispetto, all'interrenale anteriore dei Teleostei medesimi; 2° dal loro numero e dalla loro distribuzione, poichè essi, a differenza di quanto accade nei Teleostei, nei quali i corpuscoli di Stannius si trovano solamente o sul terzo medio o sul terzo posteriore del mesonefro e sempre in una zona relativamente limitata, nei Ganoidi, almeno nello Storione, si estendono numerosi per quasi tutta la lunghezza del rene, mancando soltanto nel suo estremo anteriore (craniale) ossia nel rene cefalico, dove quindi nell'adulto non riscontrasi interrenale (1). Se si verificasse che i così detti corpuscoli di Stannius dello Storione derivano dall'epitelio peritoneale e non dagli ureteri, bisognerebbe concludere che non sono da identificarsi con gli organi omonimi dei Teleostei e d'altronde si avrebbe una prova della primitiva maggiore estensione del vero interrenale.

Se così fosse e se i corpuscoli di Stannius debbono per la loro genesi essere posti in una categoria a parte, sarà da vedersi se essi rappresentino una caratteristica propria esclusivamente dei Teleostei.

In quanto alla discordanza tra l'origine dei corpuscoli di Stannius e quella dell'interrenale anteriore, non dimentichiamo che, volendosi basare sulla conclusione di Swaen e Brachet relativa alla formazione e al significato da loro attribuito al canale del pronephros dei Teleostei, si potrebbe obiettare che, dato che l'uretere primario deriva dalla porzione interna (mediale) della placca o lamina laterale (2) e che quindi nella sua

---

(1) Si consultino in proposito il lavoro di Sw. Vincent sulle capsule surrenali dei Pesci già citato (*Transactions Zool. Soc.*) e la mia Nota: Contributo alla conoscenza delle capsule surrenali dei Ganoidi e particolarmente sull'esistenza della loro sostanza midollare (*Monitore Zool. Ital. Vol. 15. 1904*).

Nel rene cefalico di Storione si trova molto abbondante il tessuto cromaffine nella parete delle vene cardinali posteriori e delle reveenti.

(2) Veramente anche per Felix la parte posteriore del canale del pronephros si forma con partecipazione tanto della somatopleura quanto della splancnopleura, si forma cioè dalla porzione interna della placca laterale secondaria, ma mentre secondo Felix il detto canale del pronephros è l'omologo

parete esistono ad un tempo una parte somatica ed una parte splancnica e che la sua cavità è una parte dello splancnocele, anche i corpuscoli di Stannius prendono, sebbene indirettamente, origine dall'epitelio celomatico. Ma non ostante siffatta argomentazione, pure a prescindere dall'eccessiva sottigliezza della argomentazione stessa e anche se fosse del tutto provato che la porzione posteriore dell'uretere si forma nel modo anzidetto, la differenza tra l'origine dei corpuscoli di Stannius (interrenale posteriore) e quella dell'interrenale anteriore continuerà, per quanto diminuita, a sussistere e non potrà mai perdere ogni suo valore morfologico.

Conclusioni generali relative allo sviluppo del sistema interrenale nei Salmonidi.

Da tutto ciò che ho riferito, in questa seconda parte del lavoro, intorno allo sviluppo del sistema interrenale dei Salmonidi e dalle considerazioni critiche fatte in proposito risulta quanto segue e che già in forma conclusiva raccolsi pure nelle pagine 397-398 e 416-417, ossia al termine dell'esposizione delle mie ricerche sullo sviluppo rispettivamente dell'interrenale anteriore o cefalico e dell'interrenale posteriore o caudale o corpuscoli di Stannius.

L'interrenale anteriore o cefalico trae origine, in tempo assai precoce, da una proliferazione cellulare solida dell'epitelio celomatico ai lati della radice del mesenterio subito al di dietro (caudalmente) e al disotto (ventralmente) dell'estremo posteriore della camera interna o grande corpuscolo malpighiano del pronephros.

L'abbozzo separatosi dalla sua matrice viene a trovarsi incluso, insieme a quello dell'altro lato, col quale in parte si fonde, nella radice del mesenterio fra le pagine di questo.

Compiuta la sua organogenesi, l'interrenale anteriore nelle ulteriori fasi del suo sviluppo si accresce espandendosi ed irradiandosi mediante un processo di proliferazione, di ramificazione e distacco delle sue parti nell'interno del pronephros, dove forma non solo cordoni ma anche lobuli e isole epiteliali che, spostandosi, vengono a trovarsi disseminati tra le anse dei giri convoluti dell'uretere primario (canale del pronephros) in mezzo alla rete venosa e al tessuto linfoide che frattanto si viene formando.

Nello stesso tempo i suoi elementi assumono a poco a poco quella disposizione e quella struttura che sono caratteristiche e specifiche dell'interrenale anteriore completamente formato.

---

del pezzo intermediario che esiste negli altri Vertebrati, secondo Swaen e Brachet non è che la parte interna della lamina laterale e dello splancnocele che si isola e si separa dal restante del celoma e delle sue pareti. Swaen e Brachet pensano che il canale escretore del pronephros dei Teleostei rappresenti un pronephros rudimentale esteso per tutto il tronco, poichè esso « risulterebbe degli elementi a spese dei quali si forma la camera del pronefro con le sue dipendenze ». « .... le canal excréteur du pronéphros a la valeur morphologique d'une chambre pronéphrétique rudimentaire ».

Il tessuto linfoide proviene da una parte del mesoderma intermedio, la quale si trasforma in mesenchima e dà origine alle cellule linfoidi, ai linfociti, del tessuto linfoide, che pertanto merita veramente questo nome e non quello di pseudolinfoide.

Quando, successivamente, il pronephros regredisce e scompare, mentre aumenta la massa del tessuto linfoide e si accrescono le isole e le trabecole dell'interrenale, troviamo infine, come appunto nello stato adulto, l'interrenale anteriore immerso nel tessuto linfoide del così detto rene cefalico e disposto in parte attorno alla porzione prosimale (craniale) delle vene cardinali posteriori.

L'interrenale anteriore si sviluppa indipendentemente dal pronephros e, quantunque sia situato nel rene cefalico ed abbia con questo stretti rapporti topografici, non ha col medesimo niente a che fare dal punto di vista morfologico e genetico.

Le sue relazioni col pronephros non sono genetiche ma soltanto topografiche.

L'interrenale anteriore anche per la sua origine, oltre che per la sua disposizione e struttura, si mostra come il veramente omologo dell'interrenale dei Petromizonti, degli Elasmobranchi, degli Anfibii e degli Amnioti.

L'interrenale posteriore o caudale, rappresentato dai corpuscoli di Stannius, differisce, oltre che per la struttura, anche per l'origine dall'interrenale anteriore.

Nelle diverse specie di *Salmo* si abbozzano da 5 a 9 corpuscoli di Stannius per lato e di solito non nello stesso numero da ambedue i lati, ma quasi sempre in numero maggiore da un lato che dall'altro.

I corpuscoli di Stannius nei *Salmo* si originano dall'epitelio della parete dorsale della porzione media del canale del pronephros od uretere primario a guisa di proliferazioni solide, in forma di ispessimenti emisferici, che poi si staccano dalla loro matrice e se ne allontanano più o meno, nel mentre che, accrescendosi e aumentando di volume, si dividono, ciascuna, in otricoli secondari solidi, che coll'allungarsi ed ingrossarsi diventano tortuosi.

Il complesso degli otricoli epiteliali solidi derivato da ogni gemma è circondato da un involucro connettivale e costituisce nel suo insieme un corpuscolo di Stannius nettamente separato dai tessuti circonvicini del mesonephros, nel quale i corpuscoli vengono a trovarsi sia come semplicemente addossati ad esso sia più o meno immersivi, talvolta anche profondamente.

Non tutti i corpuscoli di Stannius si sviluppano ulteriormente in modo da raggiungere una cospicua massa; alcuni, e particolarmente di quelli più craniali, rimangono piccoli o, pur continuando ad accrescersi, non acquistano un ragguardevole volume. Può d'altro canto accadere che, per un rigoglioso accrescimento, piccoli gruppi di otricoli si stacchino da un grande complesso e figurino isolati. Al contrario corpuscoli vicini d'un medesimo lato possono, accrescendosi, venire a contatto tra loro e fondersi insieme, dando luogo ad una più grande massa.

Gli abbozzi dei corpuscoli di Stannius hanno caratteristiche loro proprie e non possono essere confusi con gli abbozzi dei canalicoli uriniferi del mesonephros.

I canalicoli uriniferi del mesonephros, pur rimanendo sempre a precisarsi l'origine del

materiale cellulare da cui essi sorgono, non derivano dall' uretere primario, col quale soltanto secondariamente si mettono in rapporto.

I corpuscoli di Stannius non possono, soprattutto per la loro così diversa origine, omologarsi all' interrenale anteriore dei Teleostei e all' interrenale dei Petromizonti, dei Selaci, degli Anfibii e degli Amnioti, ma, se pure possono ancora considerarsi come appartenenti al sistema interrenale, debbono piuttosto tenersi in una categoria a parte, costituendo tuttavia glandole senza condotto escretore, organi a secrezione interna, con funzione però diversa da quella dell' interrenale propriamente detto.

Ricerche, già da me condotte a buon punto in altre specie di Teleostei, e segnatamente nel *Carassius* e nel Luccio, ci inducono a credere che le conclusioni tratte dallo studio sui Salmonidi valgono anche per tutti gli altri Teleostei.

Ulteriori ricerche ci diranno se i corpuscoli di Stannius rappresentino una caratteristica propria esclusivamente dei Teleostei.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Tutte le figure sono state ritratte con l'aiuto della camera lucida Abbè-Zeiss. Molte di esse furono poi ridotte, talvolta anche della metà, nella riproduzione. In alcune, per ragioni di semplicità e di chiarezza, si omise di rappresentare il sangue contenuto nei vasi e nei sinusoidi.

Non sempre il lato destro e il lato sinistro nelle figure di sezioni trasversali di embrioni e di avannotti si trova dal medesimo lato della tavola e ciò perchè alcuni furono cominciati a sezionare dall'estremo caudale anzichè dalla testa.

Nelle sezioni trasversali degli stadi più avanzati da ogni lato dell'aorta si vede uno spazio linfatico che è il taglio dei canali linfatici che corrono ai lati dell'aorta, come indicai altra volta per le sezioni trasversali delle piccole Anguilline (delle Cieche). Questi due canali linfatici sono stati erroneamente interpretati da B. Haller come vene azygos (vena azygos destra e sinistra) nei *Salmo*.

Le parti molto in nero, che si veggono in alcune figure degli stadi più avanzati, rappresentano cellule pigmentate o cumuli di pigmento.

Tutte le figure, all'infuori delle figure da 26 a 31, le quali si riferiscono a *Salmo fario*, sono ricavate da preparati appartenenti a serie di *Salmo lacustris*.

Fissazione: liquido di Tellyesniczky. Colorazione: carmallume oppure ematossilina, sia sola, sia associata con eosina.

INDICAZIONI COMUNI A TUTTE LE FIGURE

a m arteria mesenterica
a o aorta
c d corda dorsale
c i p camera interna del pronephros (corpuscolo malpighiano del pronephros)
c m corpuscolo malpighiano o capsula di corpuscolo malpighiano del mesonephros
c n canale o tubo nervoso (canale midollare)
c p canale del pronephros (uretere primario)
c p (u) canale del pronephros (uretere primario)
c u canalicolo urinario o abbozzo di canalicolo urinario del mesonephros
c s cellula sessuale nella Fig. 7
c s corpuscoli di Stannius nella Fig. 43
c s (i p) corpuscoli di Stannius (interrenale posteriore)
g gonade (abbozzo della gonade)
e g epitelio germinativo
i intestino
i a interrenale anteriore
i p (c s) interrenale posteriore (corpuscoli di Stannius)
m i mesoderma intermedio
s i simpatico
s m somite
s v seno venoso, sinusoide
t l tessuto linfoide
u uretere primario
v c p d vena cardinale posteriore destra
v c p s vena cardinale posteriore sinistra
v m vena mediana (vena cardinale mediana, Stammvene).

TAVOLA I.

Le Figure si riferiscono a *Salmo lacustris*.

Fig. 1. — Sezione trasversale di un embrione di giorni 22-23 dalla fecondazione (circa a metà dello sviluppo embrionale), lungo mm. 4. La sezione cade subito al di dietro (caudalmente)

della camera interna del pronephros, ad un livello in cui le due lamine viscerale e parietale delle placche laterali secondarie stanno per staccarsi o si sono appena staccate dalla camera interna. Vi si osserva il primissimo abbozzo dell' interrenale anteriore, *i a*, dato da un ispessimento ossia da una proliferazione dell' epitelio celomatico (peritoneale) ai lati della radice del mesenterio che si sta formando. Ingrand. diam. 190 circa. (Disegno di M. Gilardi).

Fig. 2 e 3. — Due sezioni trasversali che si succedono l' una all' altra in senso cranio-caudale di un embrione di giorni 24-25 dalla fecondazione, lungo mm. 5. Le sezioni cadono a livello della parte posteriore (caudale) della camera interna del pronephros. La proliferazione, che costituisce l' abbozzo dell' interrenale anteriore, *i a*, ai lati della radice del mesenterio, si è accresciuta assumendo l' aspetto di gemma e rimanendo ancora in connessione coll' epitelio peritoneale. In questo tratto, ventralmente alla radice del mesenterio e sulla parte alta dei lati dell' intestino, l' epitelio peritoneale mantiene un certo spessore che gradatamente diminuisce verso il basso. Tra la camera interna e il canale del prónephros, tanto a destra quanto a sinistra, si vede che va formandosi la vena cardinale posteriore del rispettivo lato e il sangue. Ingrand. diam. 210 circa. (Disegno di M. Gilardi). La Fig. 3 ha la sua giusta posizione, ma il cliché della Fig. 2 è stato erroneamente girato un po' a sinistra ed in alto.

Fig. 4. — Sezione trasversale di un embrione di giorni 24-25, ossia dell' età del precedente, ma un poco più avanzato nello sviluppo. La sezione cade a livello della parte posteriore (caudale) della camera interna del pronephros. Tra le due camere interne si vede l' accenno del glomerulo. La gemma dell' interrenale anteriore, *i a*, alla radice del mesenterio è già quasi separata dall' epitelio peritoneale, mostrando ancora soltanto qualche lieve connessione con la sua matrice. Ingrand. diam. 200 circa. (Disegno di M. Gilardi).

Fig. 5 e 6. — Sezioni trasversali che si susseguono l' una all' altra, in senso cranio-caudale, di un embrione di 27-28 giorni dalla fecondazione, lungo mm. 5,5. Le sezioni cadono a livello dell' estremo posteriore (caudale) della camera interna del pronephros. L' abbozzo dell' interrenale anteriore, *i a*, completamente separato dall' epitelio celomatico, costituisce un corpicciuolo epiteliale rotondeggiante, situato sul piano mediano, ventralmente e caudalmente alla camera interna e al glomerulo. Ingrand. diam. 190 circa. (Disegno di I. Biagi).

Fig. 7, 8 e 9. — Sezioni trasversali che si susseguono l' una all' altra, in senso cranio-caudale, di un embrione di 33-34 giorni dalla fecondazione, lungo mm. 6. Le sezioni da cui furono ricavate le Fig 7 e 8 cadono in corrispondenza dell' estremo posteriore (caudale) della camera interna e del glomerulo del pronephros; la sezione rappresentata nella Fig. 9 cade un po' più caudalmente, in corrispondenza del punto in cui dall' aorta si stacca la radice secondaria dell' arteria mesenterica. L' abbozzo dell' interrenale anteriore, *i a*, già del tutto separato dall' epitelio peritoneale, si è accresciuto ed esteso cranialmente dove si addossa, sotto forma di un grande ammasso epiteliale, alla parte caudale e ventrale della camera interna. Più caudalmente, nelle Fig. 8 e 9 si mostra pari e ai lati dell' arteria mesenterica, che ne è circondata come da un manicotto. Nella Fig. 8 la linea tratteggiata, che indica la massa epiteliale sinistra è poco visibile, essendosi fatta passare lungo il peduncolo con cui l' arteria mesenterica esce dal pronephros. Nella Fig. 9 l' interrenale anteriore appare da ciascun lato dell' arteria mesenterica come un ammasso epiteliale di forma ovalare. In ciascuna di queste Figure, ventralmente ai tagli del canale del pronephros, si vedono le vene cardinali posteriori destra e sinistra che si sono già formate. Ingrand. diam. 180 circa. (Disegno di I. Biagi).

Fig. 10. — Sezione trasversale di un embrione della stessa età del precedente (33-34 giorni dalla fecondazione). La sezione cade più cranialmente di quella della Fig. 7 e vi si vede l' in-

terrenale anteriore, *i a*, con i segni di una formazione epiteliale pari, come incuneato fra gli estremi posteriori delle due camere interne del pronephros. Ingrand. diam. 240 circa. (Disegno di M. Gilardi).

Fig. 11 e 12. — Due sezioni trasversali di un embrione di 40 giorni dalla fecondazione e che sta per schiudere. Lunghezza dell'embrione mm. 10. Le sezioni cadono subito al di dietro (caudalmente) del pronephros. Ad esse segue la sezione rappresentata dalla Fig. 13 della Tav. II. L'abbozzo dell'interrenale anteriore, *i a*, situato al di sotto (ventralmente) del punto nel quale dall'aorta si stacca l'arteria mesenterica (la radice secondaria dell'arteria mesenterica) si estende lateralmente da una parte e dall'altra. Ha cominciato a formarsi il tessuto linfoide. Ingrand. diam. 160 circa. (Disegni di I. Biagi).

TAVOLA II.

Le Figure si riferiscono a *S. lacustris*.

Fig. 13. — Sezione trasversale dello stesso embrione di 40 giorni. Segue caudalmente a quelle rappresentate dalle Fig. 11 e 12. In questa sezione l'interrenale anteriore circonda ai lati l'arteria mesenterica. Ingrand. diam. 160 circa. (Disegno di I. Biagi).

Le Fig. 14 a 18 sono ricavate da sezioni trasversali di un avannotto di 61 giorni dalla fecondazione (20 giorni circa dalla schiusa), lungo mm. 20-21. (Disegni di I. Biagi).

Fig. 14. — Sezione trasversale a livello dell'estremo anteriore della camera interna del pronephros. Da un lato e dall'altro mostrasi l'interrenale anteriore, *i a*, a guisa di lobuli epiteliali addossati alla faccia ventrale della capsula del glomerulo. Ingrand. diam. 210 circa.

Fig. 15 e 16. — Sezione trasversale che cade un po' più in dietro della precedente e a livello del grande glomerulo malpighiano del pronephros. La Fig. 16 riproduce a maggiore ingrandimento il tratto di mezzo della Figura 15. L'interrenale anteriore, *i a*, in forma di lobuli epiteliali dalla faccia ventrale del grande corpuscolo malpighiano si espande lateralmente inviando propaggini fra i giri convoluti del canale del pronephros. Ingrand. della Fig. 15 diam. 100 e della Fig. 16 diam. 210 circa.

Fig. 17. — Sezione trasversale al di dietro (caudalmente) del grande corpuscolo malpighiano del pronephros. A questo livello si veggono numerosi lobuli d'interrenale anteriore, *i a*, ai lati del piano mediano e all'intorno dell'arteria mesenterica. Ingrand. diam. 100 circa.

Fig. 18. — Sezione trasversale in corrispondenza dell'estremo caudale del pronephros, quando l'uretere primario sta per assumere un decorso diritto. Ai lati dell'arteria mesenterica si osserva la sezione trasversa di due grossi cordoni d'interrenale anteriore che corrono in direzione cranio-caudale. Ingrand. diam. 100 circa.

Le Fig. 19 e 20, insieme alle Fig. 21 a 25 della Tavola III, sono ricavate da sezioni trasversali che si susseguono l'una all'altra, in senso cranio-caudale, di un medesimo avannotto di 88 giorni dalla fecondazione (48 giorni circa dalla schiusa), lungo mm. 25. Il pronephros è nel suo maggiore sviluppo, il canale del pronephros è avvolto su sè stesso compiendo parecchi giri convoluti. Si è costituita una ricca rete venosa. Il tessuto linfoide è divenuto abbondante. Le isole d'interrenale anteriore, *i a*, sono aumentate di numero e si sono estese ramificandosi in forma di cordoni epiteliali ben manifesti. Ingrand. delle Fig. 19-24 diam. 100 circa, ingrand. della Fig. 25 diam. 230 circa. (Disegni di M. Gilardi).

Fig. 19. — La sezione cade cranialmente alla camera interna del pronephros.

Fig. 20. — La sezione cade sul mezzo circa della camera interna o grande corpuscolo malpighiano del pronephros.

TAVOLA III.

Le Figure 21-25 si riferiscono a *S. lacustris*, la Fig. 26 a *S. fario*.

Fig. 21. — La sezione cade sul limite posteriore (caudale) della camera interna o grande corpuscolo malpighiano del pronephros.

Fig. 22 e 23. — Le sezioni cadono caudalmente alla camera interna, a livello del tratto posteriore del pronephros, che è attraversato dall' arteria mesenterica. In questa sezione le isole d' interrenale sono più numerose ed estese. Il canale del pronephros diviene meno convoluto.

Fig. 24. — Sezione in corrispondenza dell' estremo posteriore del pronephros. Qui l' uretere primario ha assunto un decorso quasi diritto. L' arteria mesenterica sta per uscire dal rene cefalico. Sulla parte di mezzo della Figura, presso al punto in cui l' arteria mesenterica lascia il rene cefalico, si veggono tre cordoni d' interrenale che si irradiano verso il lato dorsale nell' interno del rene cefalico medesimo.

Fig. 25. — Rappresenta a maggiore ingrandimento la parte destra d' una sezione, simile a quelle delle Fig. 22 e 23, condotta attraverso la porzione posteriore del pronephros. Vi si veggono i cordoni di interrenale, *i a*, che nel loro insieme hanno la forma e l' andamento delle isole o zolle di tessuto linfoide tra le quali si trovano intercalati o con le quali sono in continuazione, rimanendo però assai ben distinte per i loro caratteri strutturali. Ingrand. diam. 230 circa.

La Fig. 26, insieme alle Fig. 27-31 della Tavola IV, sono ricavate da sezioni trasversali, che si susseguono l' una all' altra dall' avanti all' indietro (in direzione cranio-caudale) nella regione del pronephros di un medesimo avannotto di *Salmo fario* della lunghezza di mm. 21. Il pronephros è nel suo pieno sviluppo. L' uretere primario molto convoluto. Il tessuto linfoide è più addensato che in *S. lacustris*, ma in mezzo ad esso si distinguono ugualmente bene le isole d' interrenale anteriore, *i a*. Ingrand. diam. 140 circa (Disegni di I. Biagi).

Fig. 26. — La sezione cade cranialmente alla camera interna del pronephros.

TAVOLA IV.

Le Fig. 27-31 si riferiscono a *S. fario*, le Figure 32-35 a *S. lacustris*.

Fig. 27. — La sezione cade a livello della camera interna o grande corpuscolo malpighiano del pronephros.

Fig. 28, 29 e 30. — Le sezioni sono poco distanti l' una dall' altra e passano caudalmente alla camera interna, ossia per la porzione posteriore del pronephros che è attraversata dall' arteria mesenterica, attorno alla quale le isole d' interrenale sono più numerose. Nella Fig. 28, a sinistra dell' arteria mesenterica si veggono vicini l' una all' altro un' isola d' interrenale, *i a*, e un taglio tangenziale di un' ansa del canale del pronephros, *c p*.

Fig. 31. — La sezione cade sull' estremo posteriore del pronephros, quando l' arteria mesenterica sta per uscire dal rene cefalico e l' uretere primario sta per assumere il decorso diritto.

Le Fig. 32 a 35 sono ricavate da sezioni trasversali che si susseguono l' una all' altra in direzione cranio-caudale nella regione del pronephros di un medesimo avannotto di *Salmo*

lacustris di 116 giorni dalla fecondazione (76 circa dalla schiusa), lungo mm. 35. Si tratta oramai di piccoli pesciolini. Il pesciolino fu sezionato intero, ma nelle figure è riprodotta soltanto quella parte delle sezioni relativa al rene cefalico. Le Figure sono a piccolo ingrandimento. Il tessuto linfoide (nel quale è stato omesso il pigmento, che già vi si trova raccolto in discreta quantità) è molto aumentato. Nel pronephros sta per iniziarsi il processo di regressione del glomerulo. Le isole di interrenale anteriore, *i a*, sono cresciute di numero e di grandezza ed hanno incominciato ad acquistare i caratteri strutturali che poi mostreranno nell'adulto. Ingrand. delle dette Fig. 32-35 diam. 60. (Disegni di I. Biagi).

Fig. 32. — La sezione cade sull'estremo anteriore (craniale) del rene cefalico.

Fig. 33. — La sezione cade a livello del corpuscolo malpighiano del pronephros.

Fig. 34. — La sezione passa attraverso la parte posteriore del rene cefalico nel punto in cui l'arteria mesenterica sta per uscire da esso.

Fig. 35. — La sezione è praticata in corrispondenza dell'estremo posteriore (caudale) del rene cefalico, quando il canale del pronephros ha preso il decorso diritto.

TAVOLA V.

Le Figure si riferiscono a *Salmo lacustris*.

Le Fig. 36, 37 e 38 si riferiscono al medesimo avannotto di *S. lacustris*, già molto avanzato nello sviluppo, delle Figure precedenti 32 a 35.

Fig. 36. — Rappresenta a maggiore ingrandimento un tratto della parte destra della Fig. 34, Tav. IV. A destra della Figura è delineato un segmento della vena cardinale posteriore destra che riceve una vena reveente e all'intorno del lume del vaso si vedono due isole d'interrenale. Un'altra isola d'interrenale è a sinistra della Figura presso un ramo venoso. Nell'interno di quest'isola osservasi un sinusoide con eritrociti. Ingrand. diam. 270 circa. (Disegno di I. Biagi).

Fig. 37 e 38. — Isole d'interrenale anteriore a maggiore ingrandimento. Queste isole, nelle sezioni da cui vennero ricavate, sono situate presso al piano mediano, come quelle più grandi delle Fig. 34 e 35 della Tav. IV. In esse vanno comparendo, per propaggini del plesso venoso che vi penetrano, sinusoidi, nel lume dei quali si vedono degli eritrociti. Ingrand. diam. 270 circa. (Disegni di I. Biagi).

Fig. 39. — Ricavata da una sezione trasversale di un embrione di 33-34 giorni dalla fecondazione, lungo mm. 6. La sezione cade a livello della parte media del tronco, a livello cioè della porzione media del canale del pronephros od uretere primario dalla quale si sviluppano i corpuscoli di Stannius, rappresentanti l'interrenale posteriore. In questa Figura è rappresentato il primo accenno del paio più craniale di corpuscoli di Stannius, *ip* (*c s*), i quali sorgono per una proliferazione solida dell'epitelio della parete dorsale dell'uretere primario. Ingrand. diam. 320 circa. (Disegno di I. Biagi).

Fig. 40, 41 e 42. — Ricavate da sezioni trasversali di un medesimo embrione di 40 giorni dalla fecondazione che stava per schiudere ed era lungo mm. 10. Gli abbozzi dei corpuscoli di Stannius (interrenale posteriore) si sono accresciuti e tendono a separarsi dal canale del pronephros da cui sono sorti. Per maggiore spiegazione veggasi il testo a pag. 408-409. Ingrand. diam. 320 circa. (Disegni di I. Biagi).

Fig. 43. — Da una sezione sagittale di un embrione di 40 giorni dalla fecondazione, lungo mm. 10. L'estremo craniale della Figura è in alto, il caudale in basso. Vi si vede la sezione longitudinale della porzione media dell'uretere primario o canale del pronephros e sulla parete dorsale di esso si osservano gli abbozzi di 4 corpuscoli di Stannius che appariscono disposti segmentalmente. Non tutti gli abbozzi sono colpiti nel punto di loro connessione con la parete dell'uretere. Verso uno degli abbozzi (il terzo della Figura, procedendo dall'alto) l'epitelio della parete dorsale dell'uretere si avanza con un leggero infossamento imbutiforme il cui apice è in continuazione col germoglio medesimo. Gli abbozzi tendono a separarsi dalla loro matrice. Ingrand. diam. 220 circa. (Disegno di M. Gilardi).

Fig. 44. — Da una sezione trasversale del medesimo embrione di 40 giorni a cui si riferiscono le Fig. 40 a 42. La sezione cade nello spazio interposto tra due paia di abbozzi di corpuscoli di Stannius che si susseguono in direzione cranio-caudale. Dorsalmente a ciascuno uretere vedesi un cumuletto di piccole cellule epiteliali con caratteri speciali, le quali rappresentano il primo accenno dei canalicoli uriniferi di primo ordine del mesonephros. Questi canalicoli non sorgono dalla parete dell'uretere, ma da un loro proprio blastema d'origine non ancora precisata, e coll'uretere si uniscono solo secondariamente. Tra la vena mediana e l'aorta, il tessuto linfoide. Ingrand. diam. 320 circa. (Disegno di I. Biagi).

TAVOLA VI.

Le Figure si riferiscono a *Salmo lacustris*.

Fig. 45. — Da una sezione trasversale di un avannotto di 61 giorni dalla fecondazione (20 giorni circa dalla schiusa), lungo mm. 20-21. Della sezione è riprodotta soltanto la parte relativa al mesonephros. Mostra due corpuscoli di Stannius, *ip*(*cs*), uno per lato, separati dal rispettivo uretere e situati al disopra (dorsalmente) di esso. Gli abbozzi abbastanza cresciuti sono circondati da un delicato involucro connettivale e cominciano a dividersi in otricoli secondari solidi Nella parte sinistra della Figura si vede l'abbozzo di un canalicolo urinifero saldato alla parete dorso-laterale dell'uretere primario. Ingrand. diam. 140 circa. (Disegno di I. Biagi).

Fig. 46. — Rappresenta a maggiore ingrandimento la parte sinistra della Figura precedente. Si vede bene la differenza tra il corpuscolo di Stannius e l'abbozzo del canalicolo urinifero. Ingrand. diam. 350 circa. (Disegno di I. Biagi).

Fig. 47. — Da una sezione trasversale del medesimo avannotto di 61 giorni della Figura precedente. Della sezione è riprodotta soltanto la parte relativa al mesonephros. A destra della Figura si vede un corpuscolo di Stannius già discretamente progredito nello sviluppo e spostatosi verso il margine latero-ventrale del mesonephros. Il corpuscolo ha cominciato a suddividersi in otricoli secondari. A sinistra della Figura sul lato interno dell'uretere si vede l'abbozzo di un canalicolo urinifero. Ingrand. diam. 250 circa. (Disegno di I. Biagi).

Fig. 48. — Da una sezione trasversale di un avannotto di 73 giorni dalla fecondazione, lungo mm. 22. Vi si vedono due corpuscoli di Stannius, *ip*(*cs*), uno per lato, già molto accresciuti. Ciascuno di essi si è spostato lateralmente e ventralmente ed è diviso in parecchi otricoli secondari. A sinistra sotto l'uretere un abbozzo di canalicolo urinifero. Ingrand. diam. 160 circa. (Disegno di M. Gilardi).

Fig. 49, 50 e 51. — Da sezioni trasversali di un avannotto di 88 giorni dalla fecondazione (48 giorni circa dalla schiusa), lungo mm. 25. Le Figure riproducono di ciascuna sezione la parte relativa al mesonephros.

Fig. 49. — Mostra un corpuscolo di Stannius già molto cresciuto e diviso in otricoli pieni secondari. Esso è situato dorsalmente all'uretere primario. Ventralmente al corpuscolo di Stannius e tra l'uretere di sinistra e la vena mediana si vede il taglio tangenziale di un canalicolo urinifero. Ingrand. diam. 200 circa. (Disegno di M. Gilardi).

Fig. 50. — Mostra due corpuscoli di Stannius, di cui l'uno, quello a destra, è situato sul margine latero-dorsale e l'altro, quello a sinistra, sul margine laterale-ventrale del mesonephros. Ingrand. diam. 200 circa. (Disegno di M. Gilardi).

Fig. 51. — Rappresenta la parte sinistra della sezione del mesonephros. Vi si vede un corpuscolo di Stannius suddiviso in otricoli secondari. Esso è situato dorsalmente all'uretere e ad un canalicolo urinifero che corre trasversalmente. Ingrand. diam. 200 circa. (Disegno di M. Gilardi).

Le Fig. 52 a 57 si riferiscono tutte a sezioni trasversali di un avannotto di *S. lacustris* di 116 giorni dalla fecondazione (76 giorni circa dalla schiusa), che è oramai un piccolo pesciolino lungo mm. 35. (Disegni di I. Biagi).

Fig. 52. — Rappresenta a debole ingrandimento la sezione trasversale del mesonephros e il taglio colpisce due corpuscoli di Stannius, situati uno per lato e piuttosto lontani dall'uretere da cui derivarono. Sono nettamente separati dai tessuti circonvicini per mezzo del loro involucro o capsula connettivale. Ingrand. diam. 90 circa.

Fig. 53. — Rappresenta a debole ingrandimento la metà sinistra di una sezione trasversale del mesonephros e la metà destra d'un'altra sezione trasversale vicina, le quali sono state poste l'una accanto all'altra, tenendole però separate con una linea verticale tratteggiata. In ciascuna metà si vede un corpuscolo di Stannius spostato lateralmente e ventralmente. Ingrand. diam. 90 circa.

Fig. 54. — Rappresenta la sezione trasversale del mesonephros nella parte più caudale della regione media, della regione cioè dove si formano e risiedono i corpuscoli di Stannius. Mostra un corpuscolo di Stannius sul margine latero-ventrale sinistro del mesonephros. Ingrand. diam. 90 circa.

Fig. 55. — Rappresenta a maggiore ingrandimento il corpuscolo di Stannius contenuto in quella parte della Fig. 53 che ne costituisce l'angolo latero-ventrale sinistro. Si vede distintamente l'involucro connettivale del corpuscolo e i sepimenti che se ne staccano verso l'interno. Ingrand. diam. 360 circa.

Fig. 56. — Rappresenta a maggiore ingrandimento il corpuscolo di Stannius che si trova nella parte laterale sinistra della Fig. 52. Ingrand. diam. 360 circa.

Fig. 57. — Rappresenta a maggiore ingrandimento il corpuscolo di Stannius situato nell'angolo latero-dorsale destro della Fig. 52. Ingrand. diam. 360 circa.

In tutte e tre quest'ultime figure si vede distintamente l'involucro connettivale di ciascun corpuscolo e i sepimenti che s'internano nel corpuscolo, dividendo tra loro gli otricoli secondari e servendo di sostegno ai vasi sanguiferi dell'organo. Si vede inoltre come i corpuscoli di Stannius abbiano già acquistato, sia per quanto si riferisce al loro insieme, sia per quanto concerne l'aspetto e la disposizione degli elementi cellulari che ne compongono gli otricoli, caratteri strutturali simili a quelli dei corpuscoli di Stannius dell'adulto.

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 5

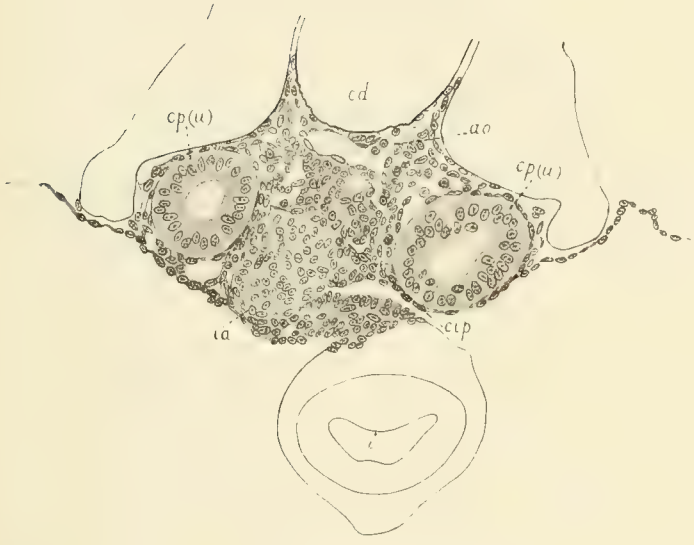


Fig. 6

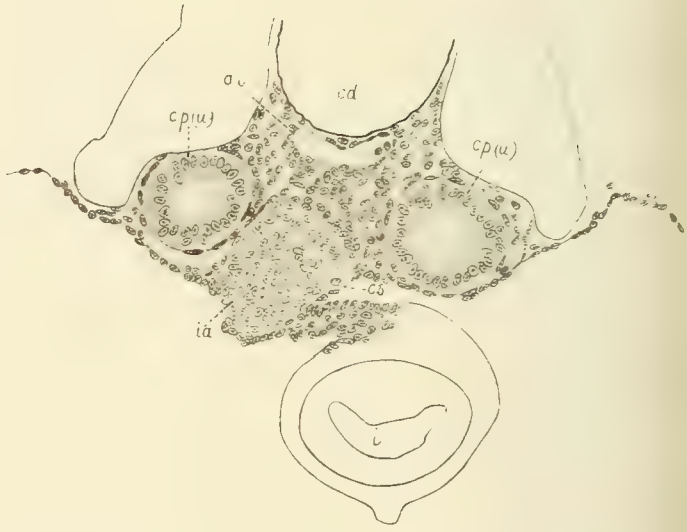


Fig. 9

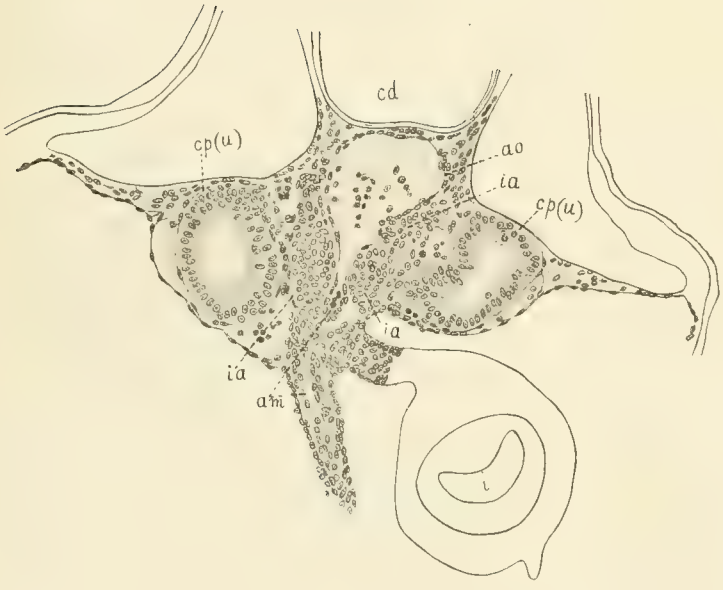


Fig. 10

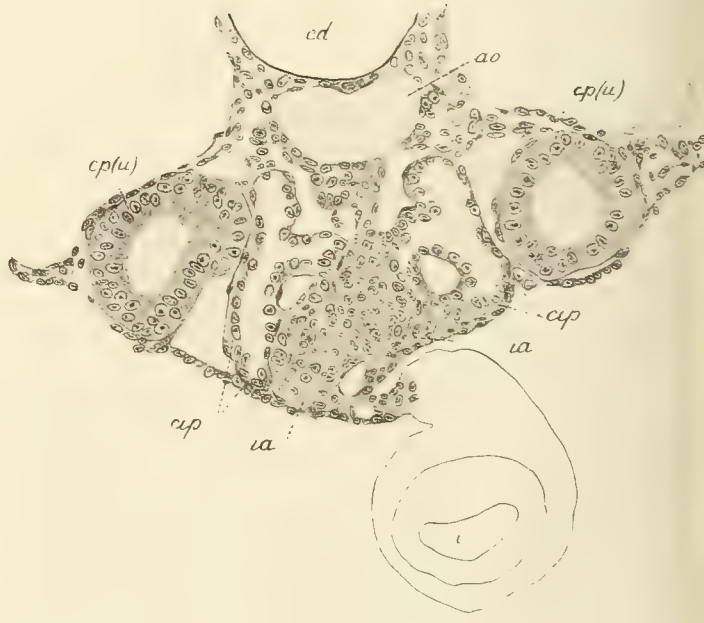


Fig. 3

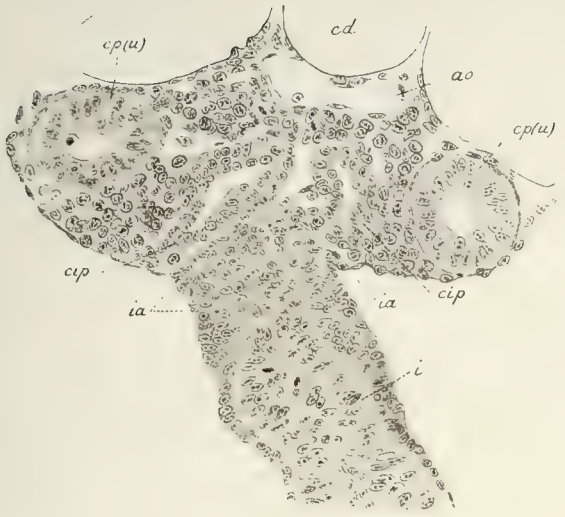


Fig. 4

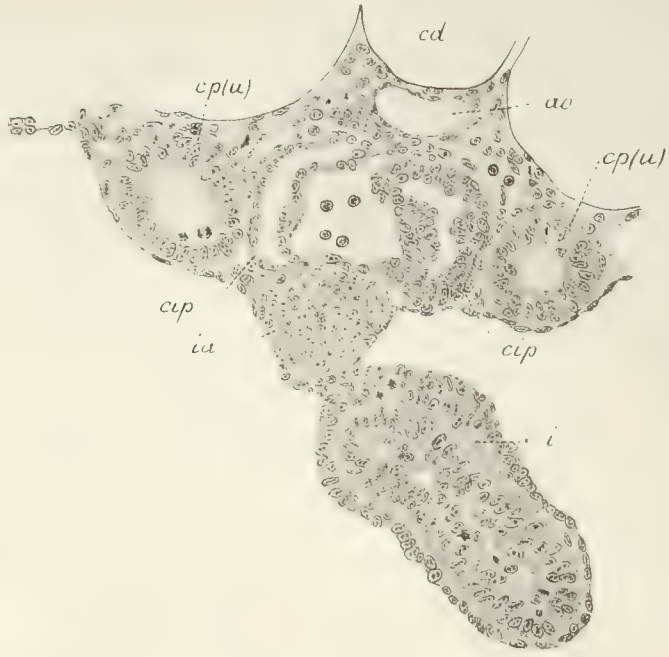


Fig. 7

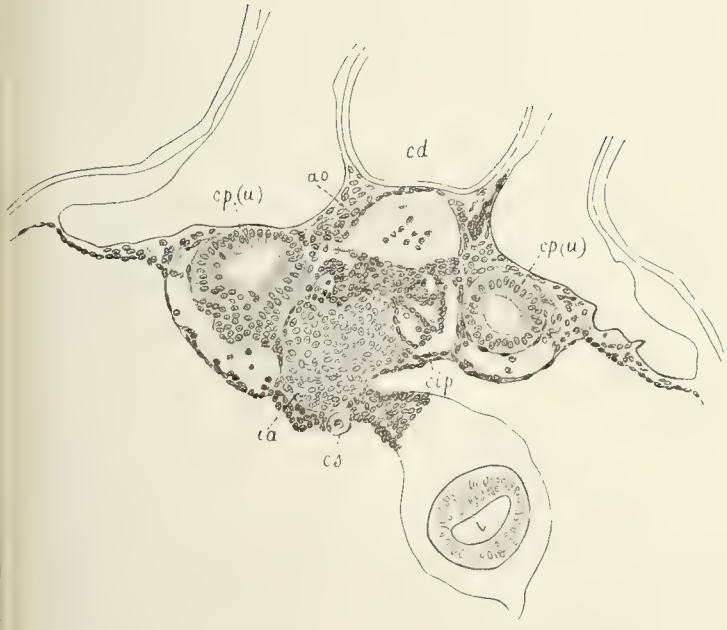


Fig. 8

Fig. 11

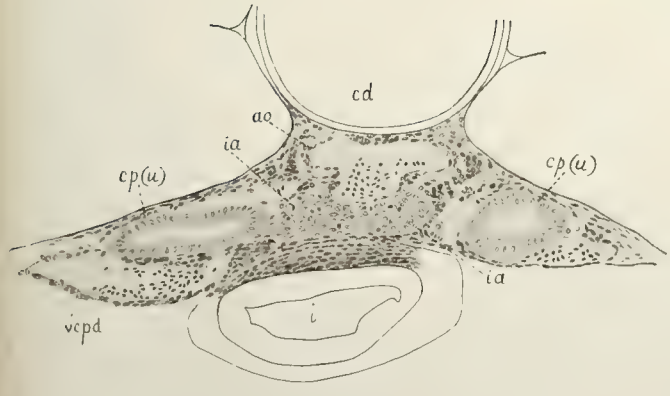


Fig. 12

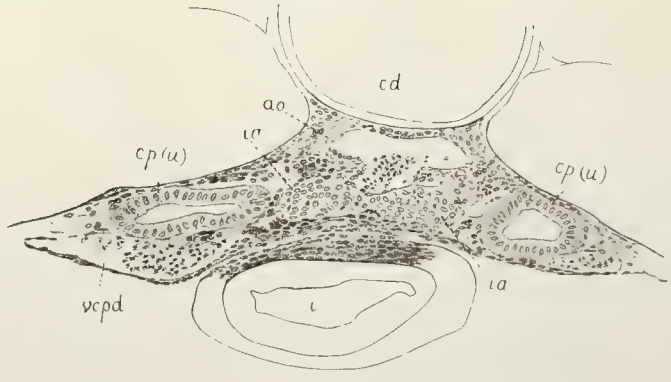


Fig. 13

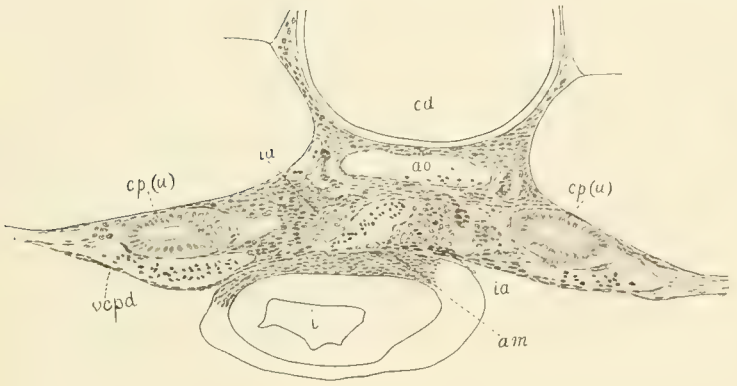


Fig. 14

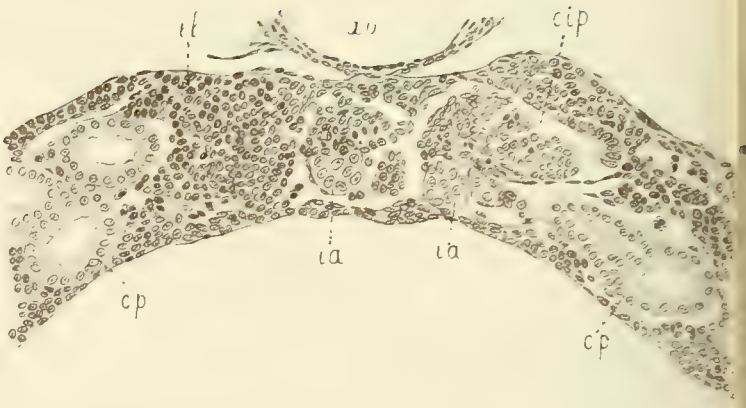


Fig. 15

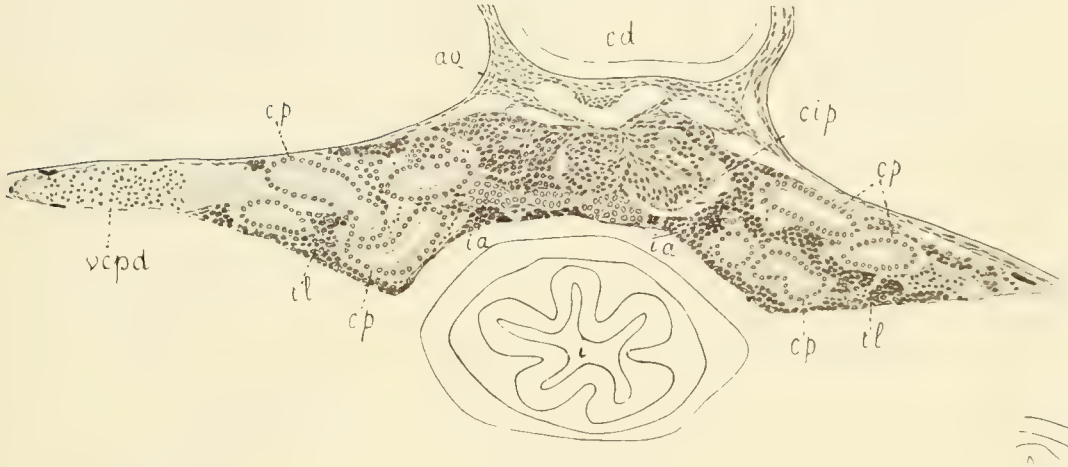


Fig. 16

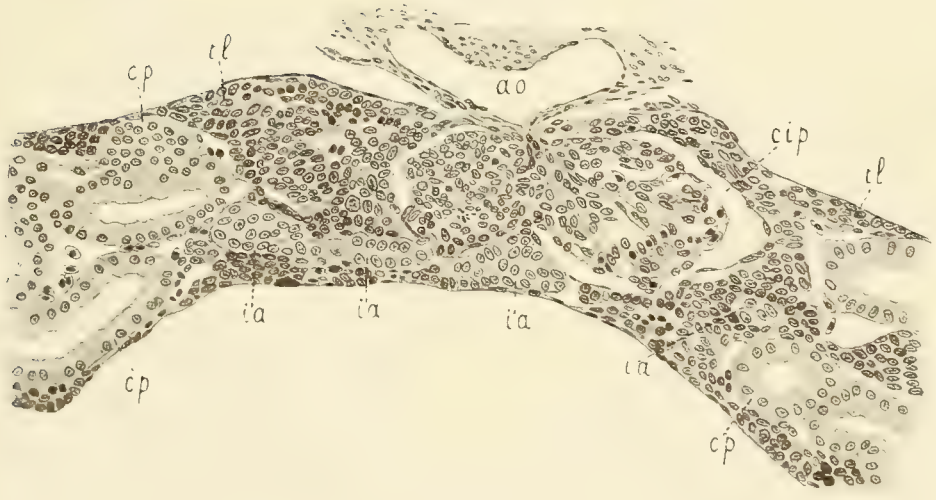


Fig. 18

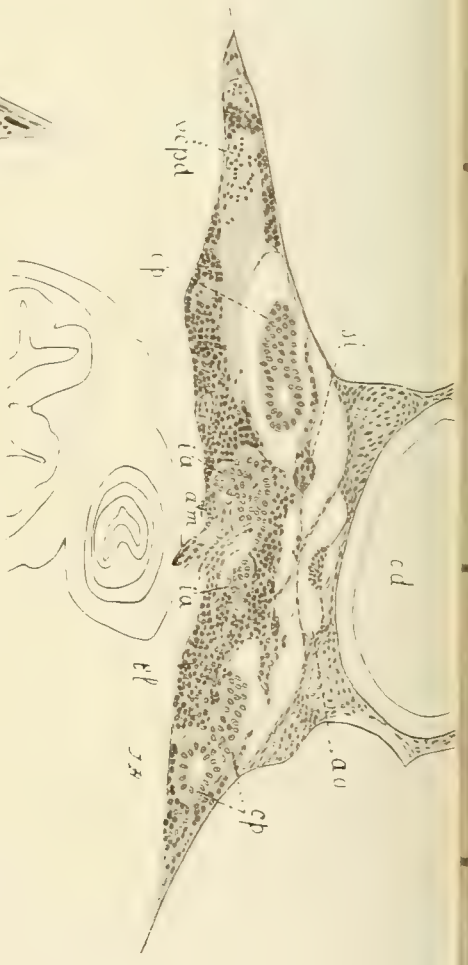


Fig. 17

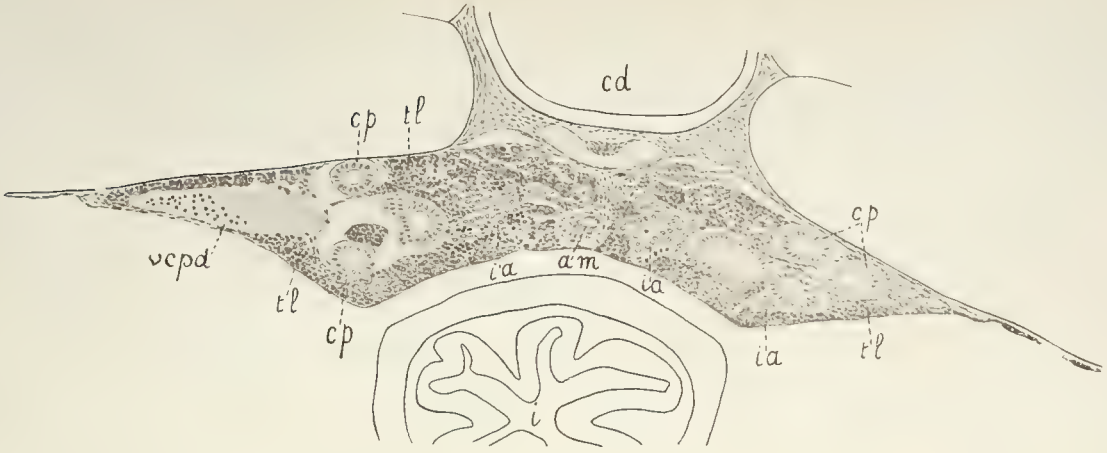


Fig. 19

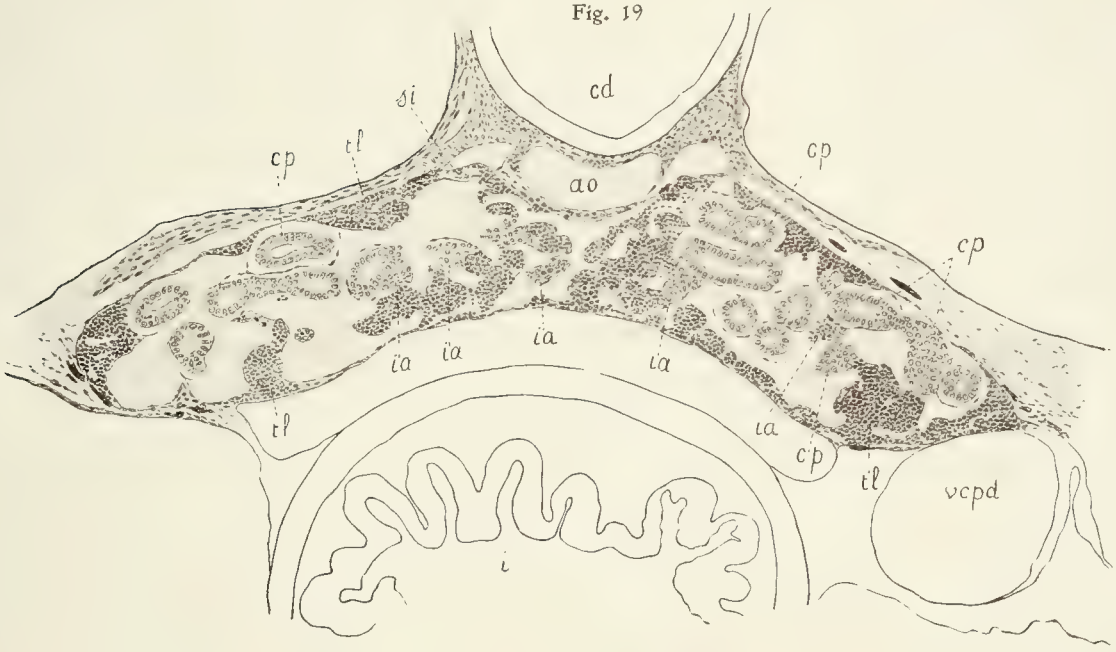


Fig. 20

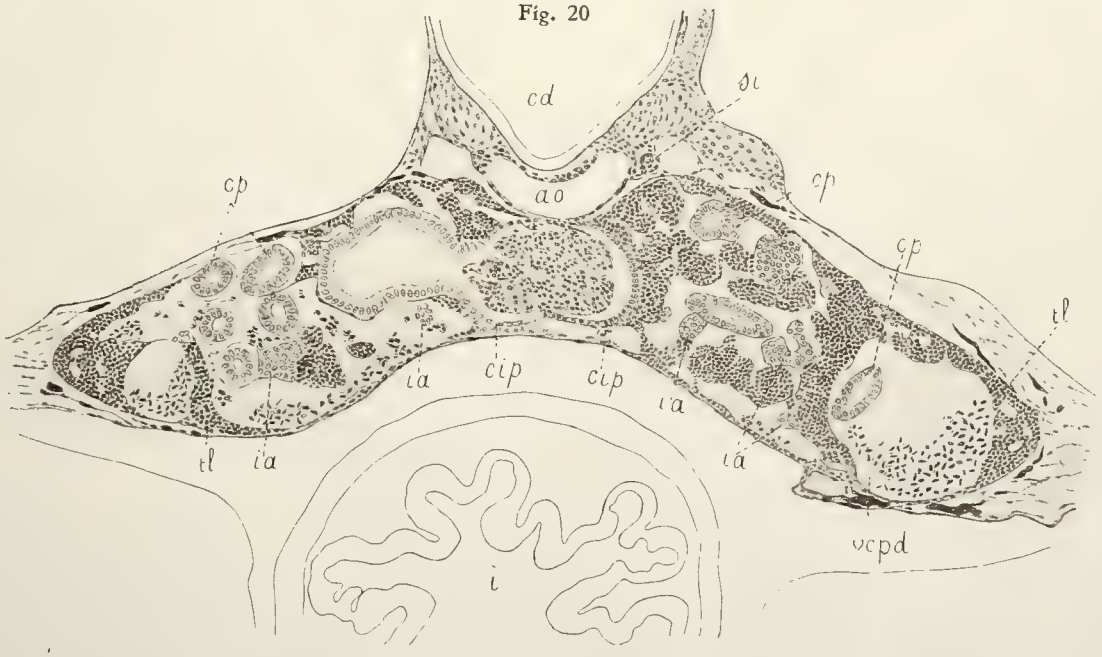


Fig. 21

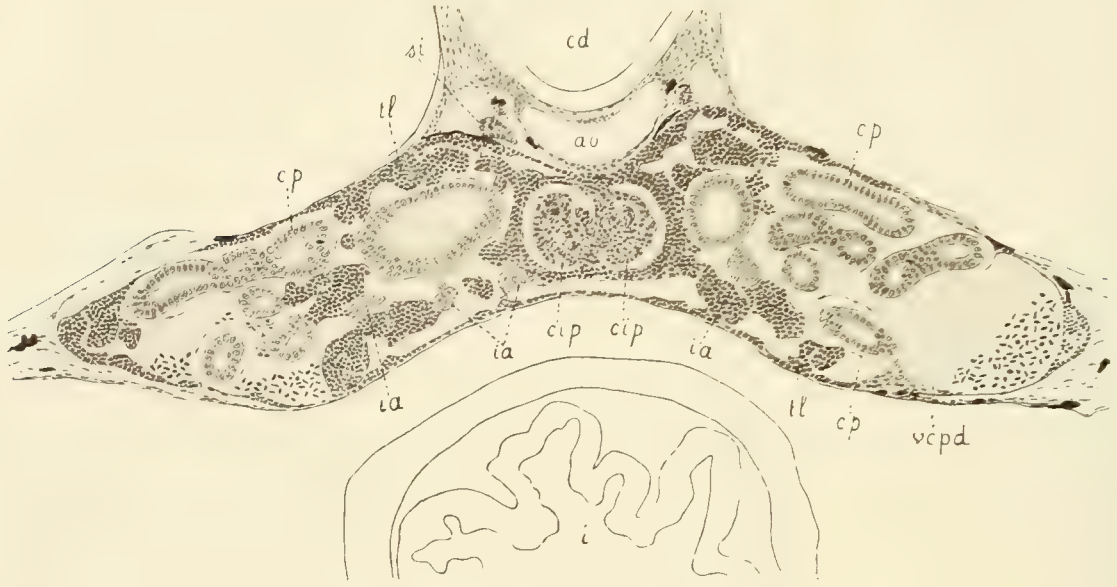


Fig. 22

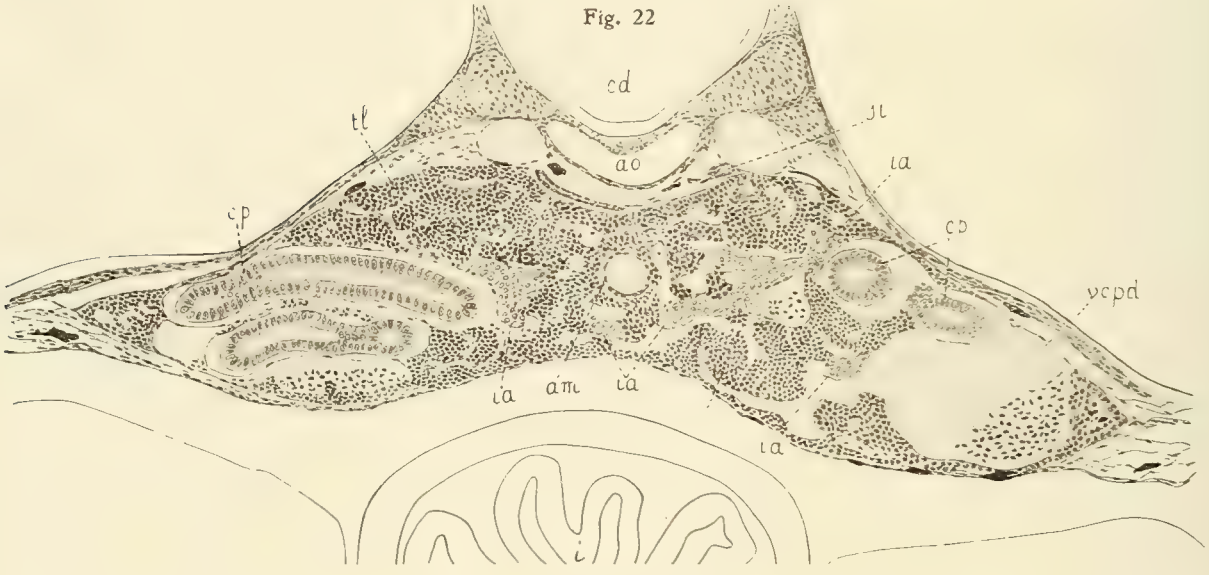


Fig. 23

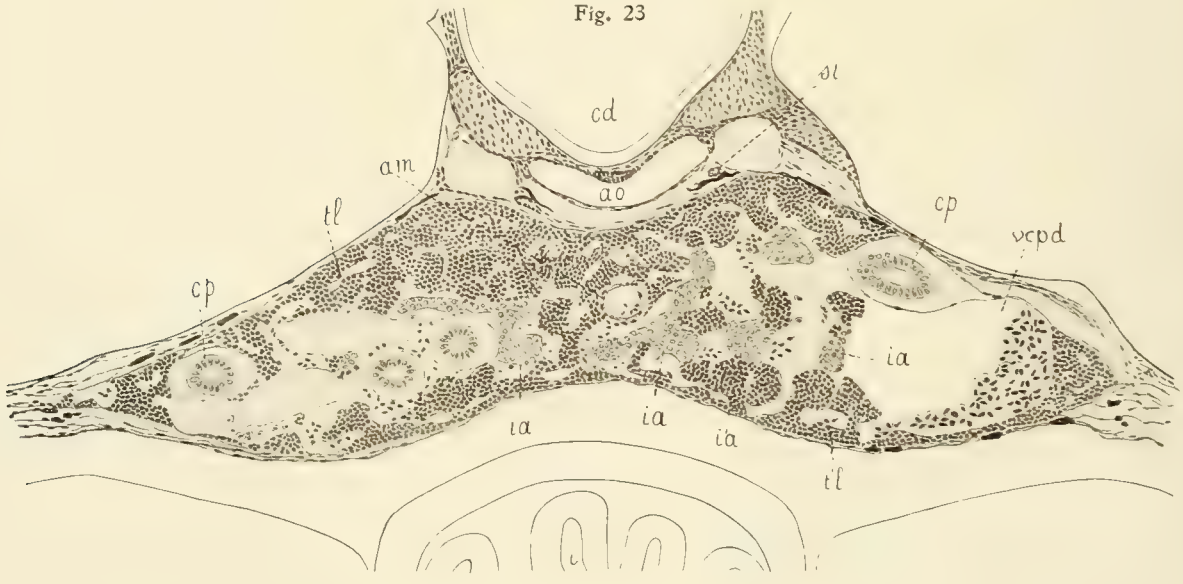


Fig. 24

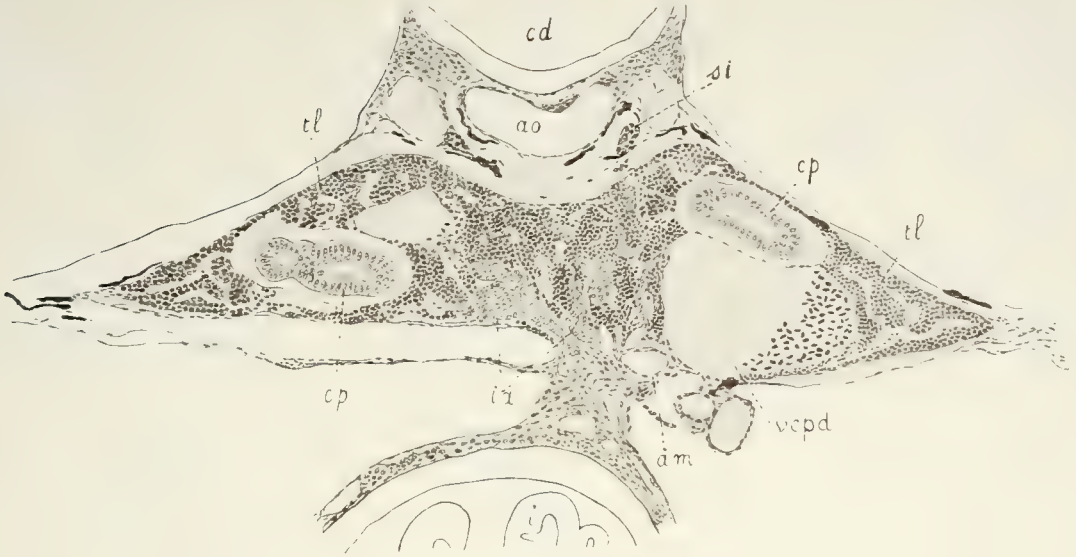


Fig. 25

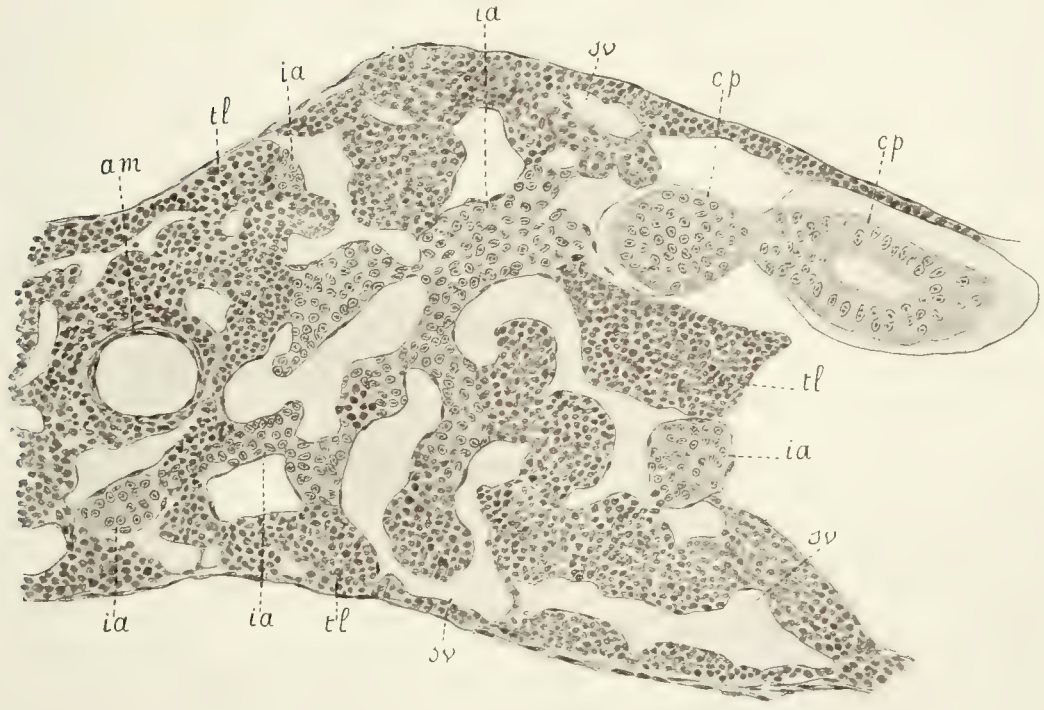


Fig. 26

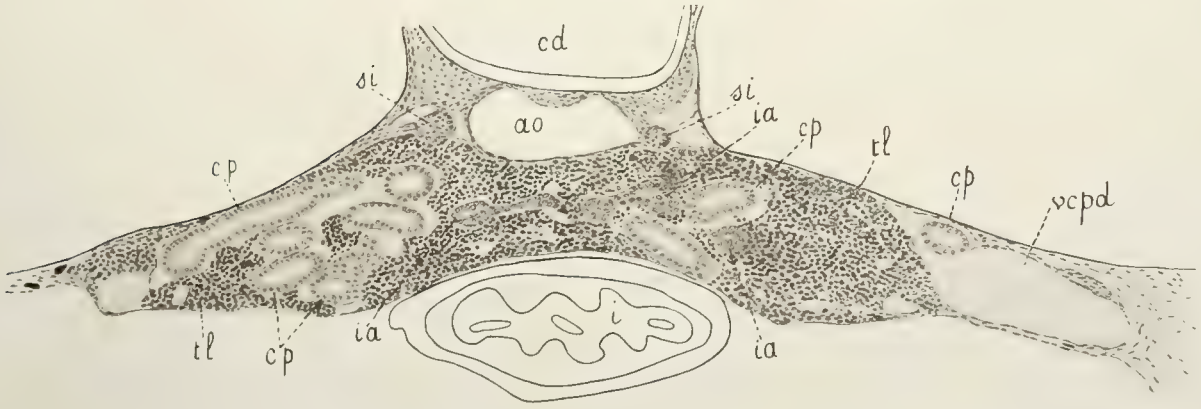


Fig. 27

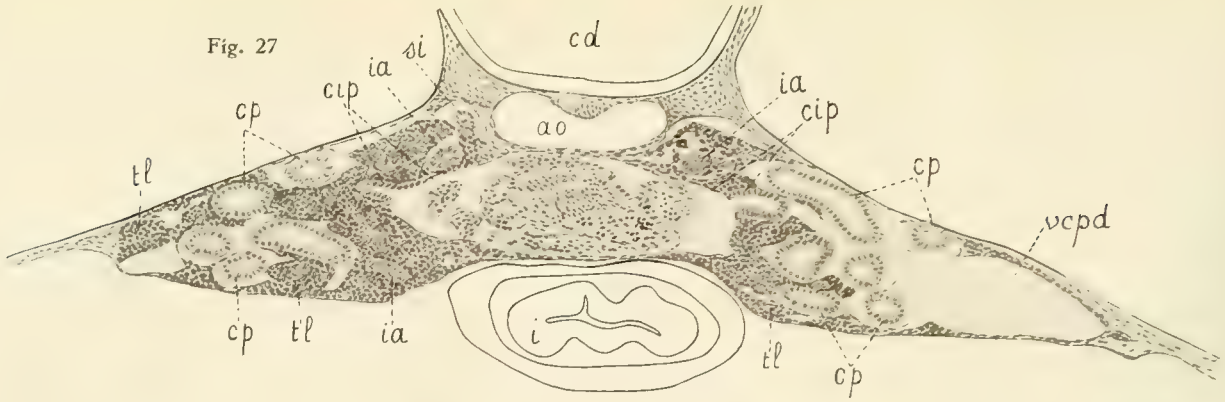


Fig. 28

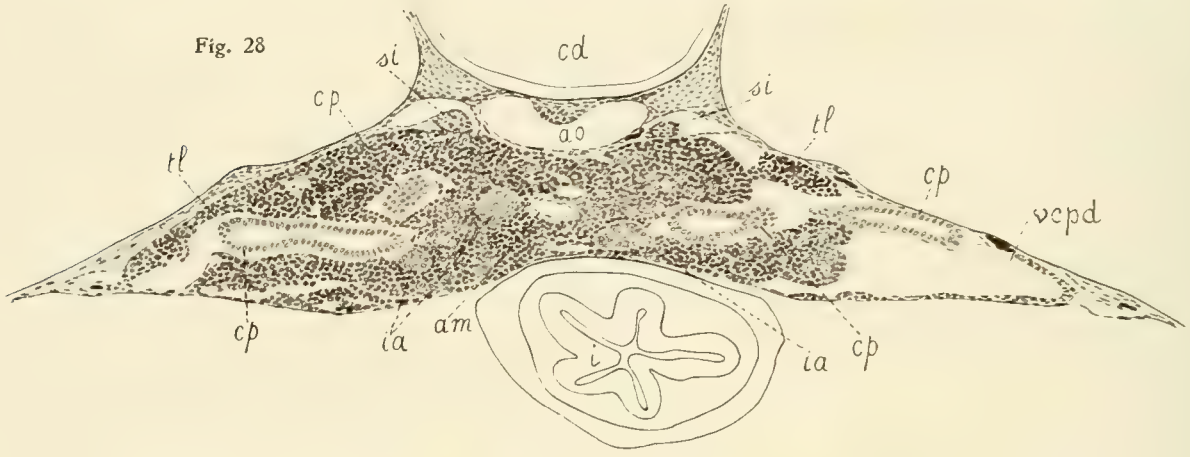


Fig. 29

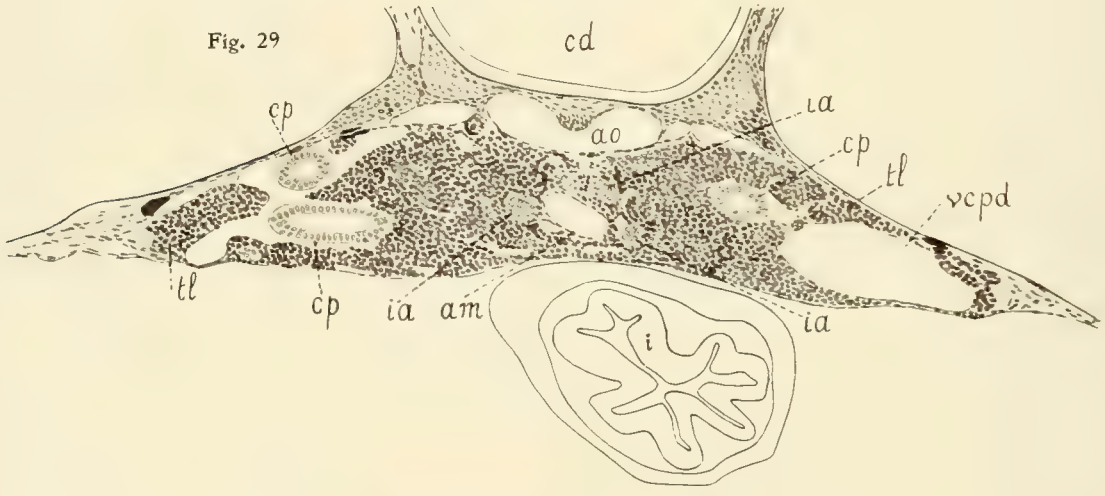


Fig. 30

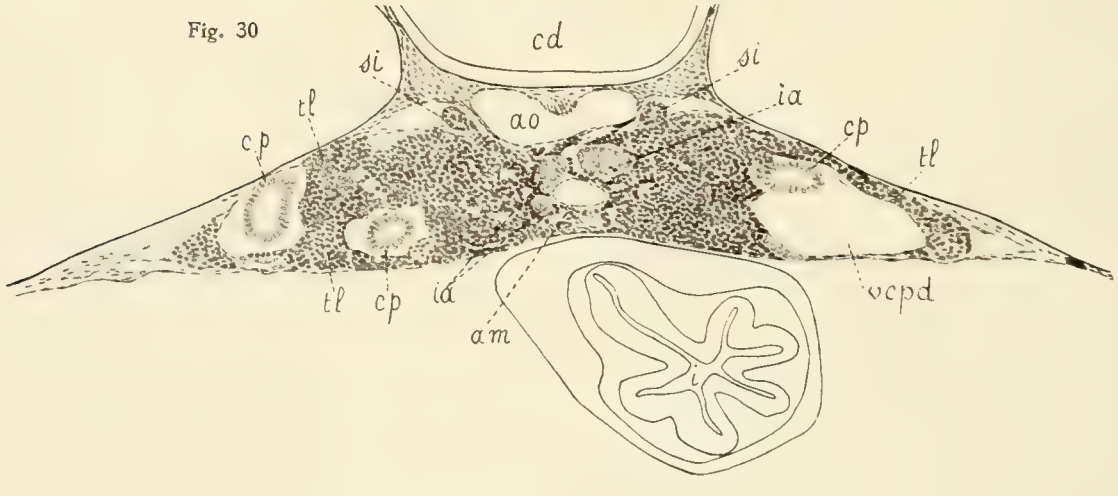


Fig. 31

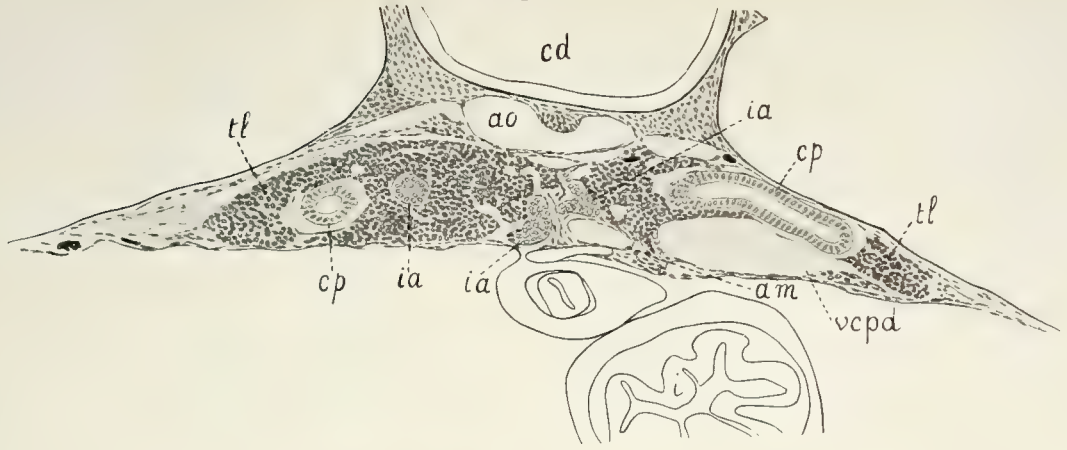


Fig. 32

Fig. 33

Fig. 34

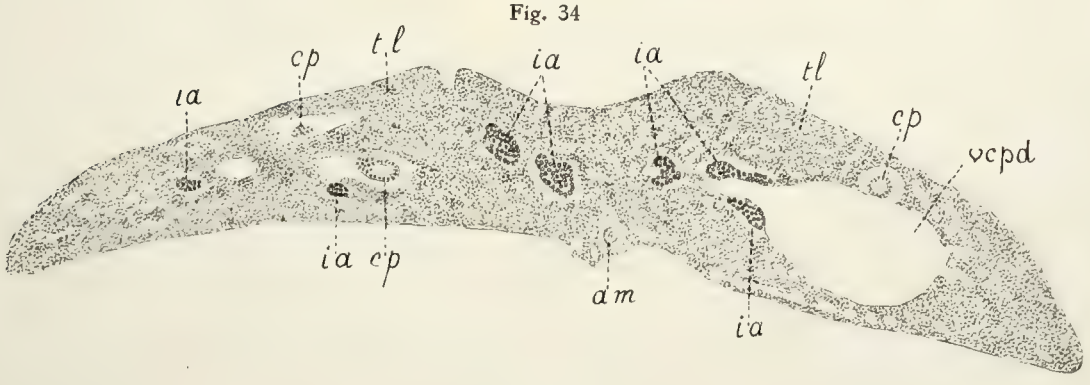


Fig. 35

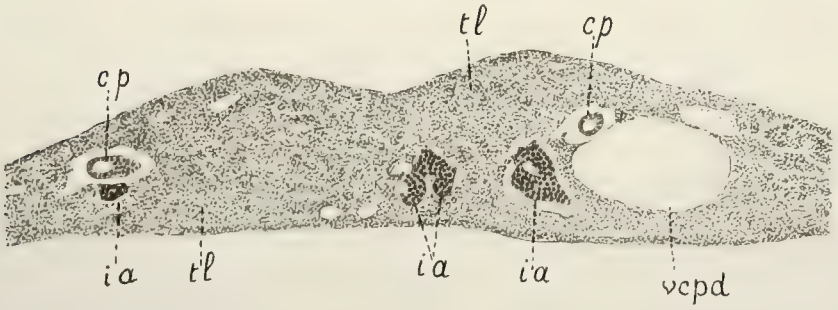


Fig. 36

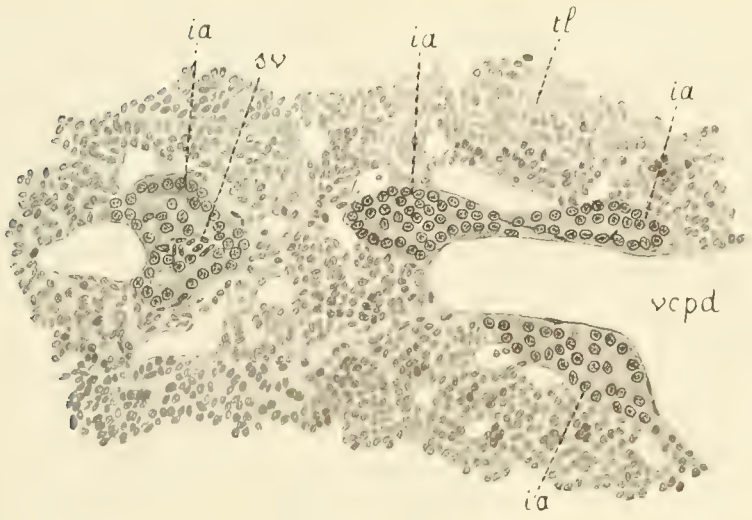


Fig. 37

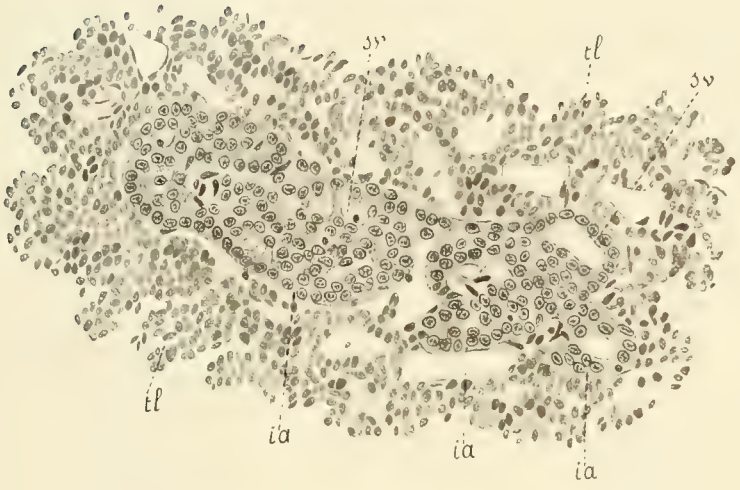


Fig. 38

Fig. 39

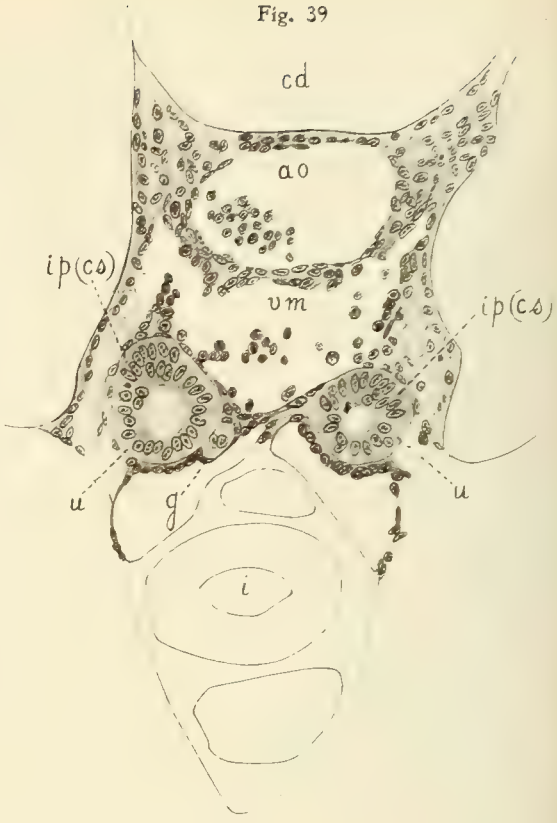


Fig. 42

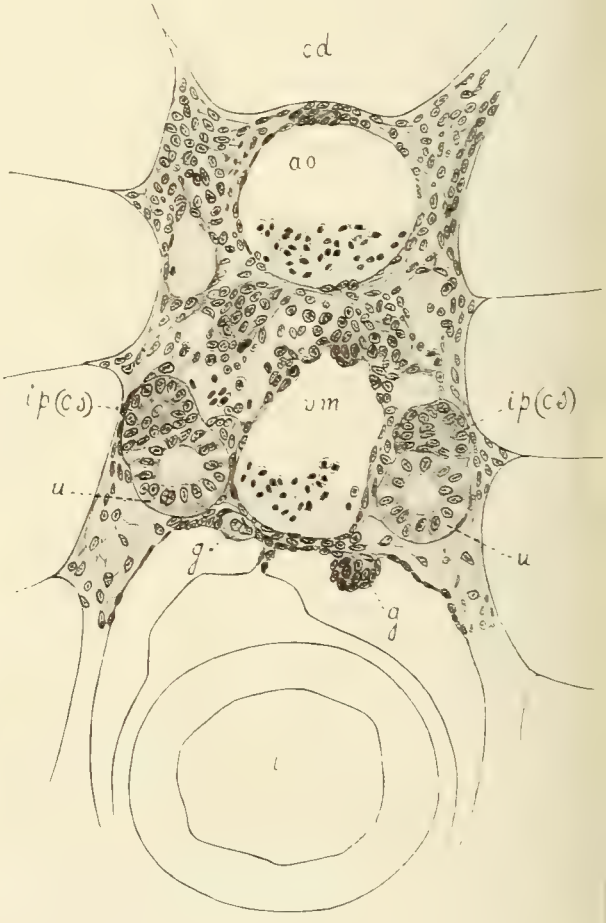


Fig. 40

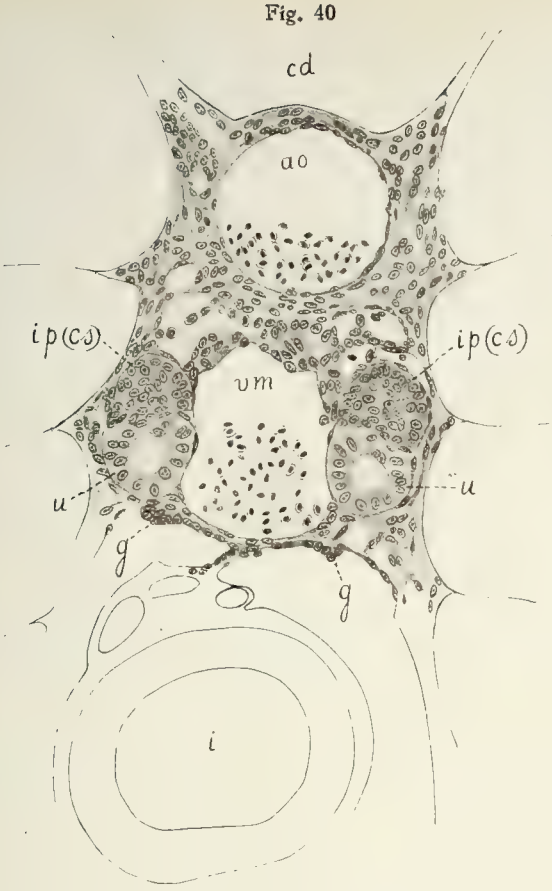


Fig. 41

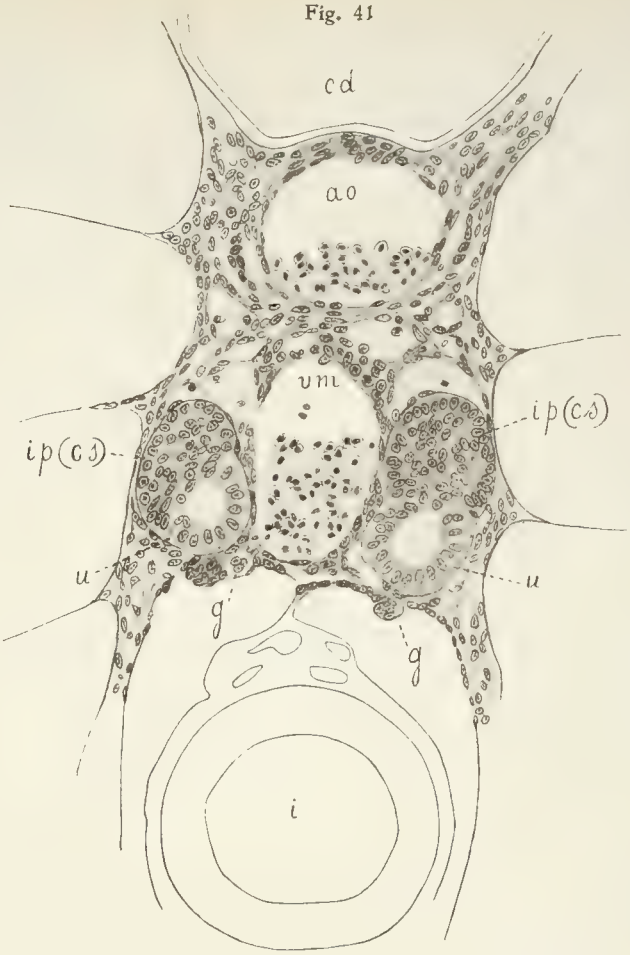


Fig. 43

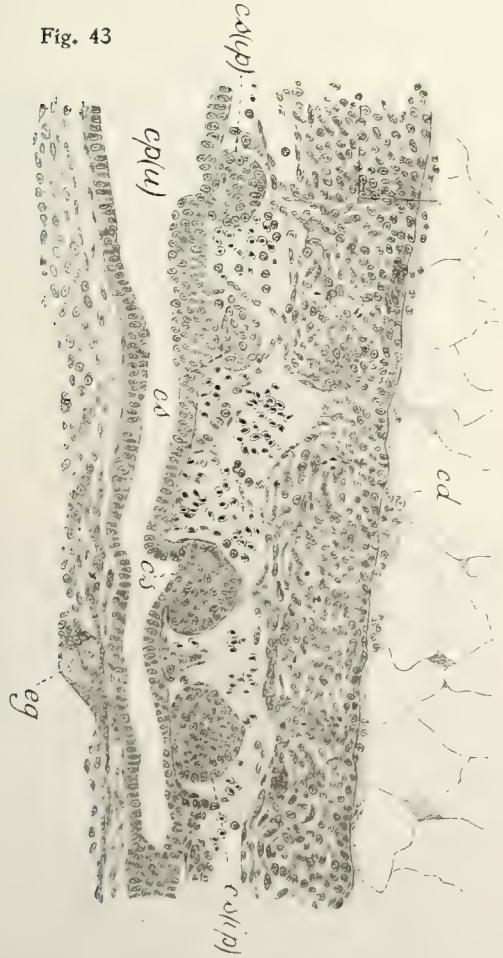


Fig. 44

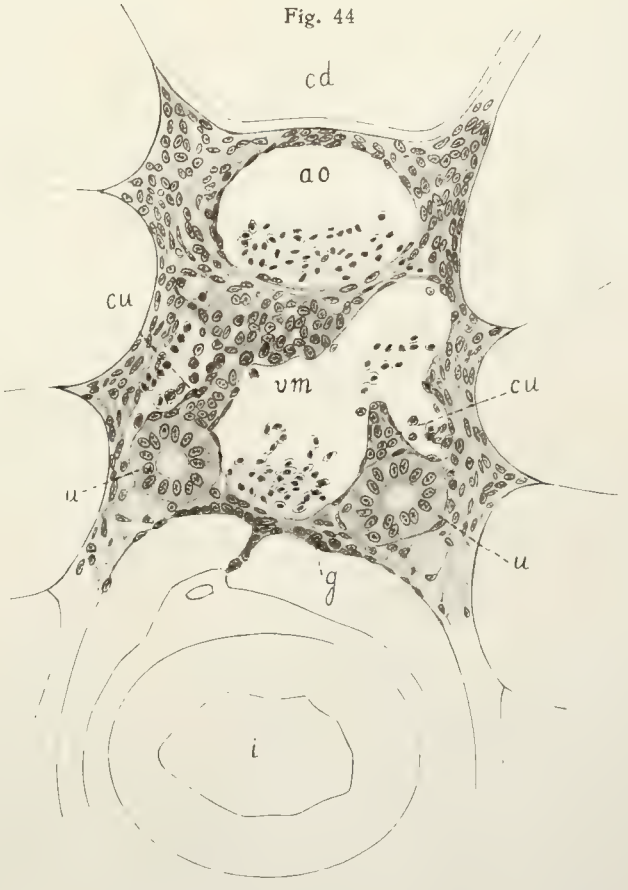


Fig. 45

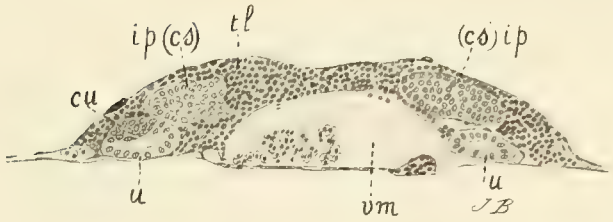


Fig. 46

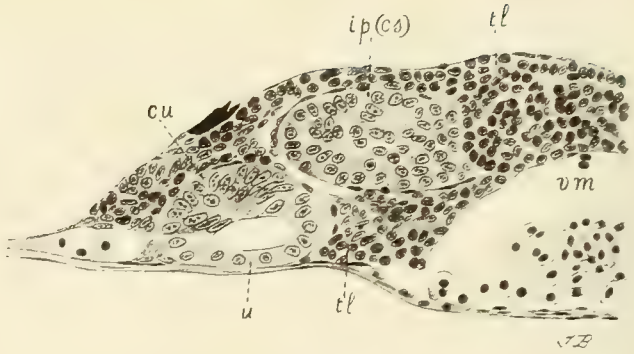


Fig. 48

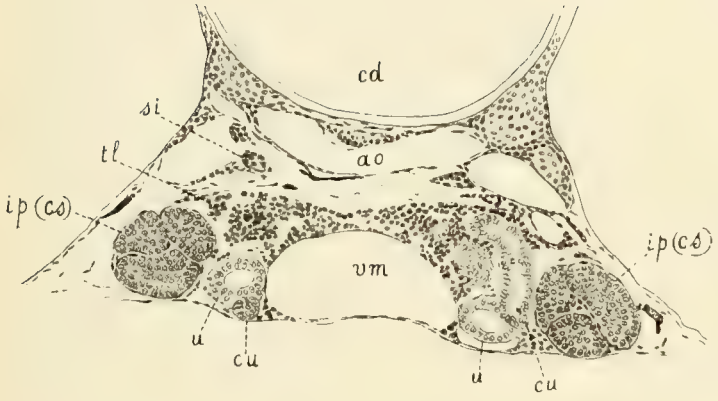


Fig. 49

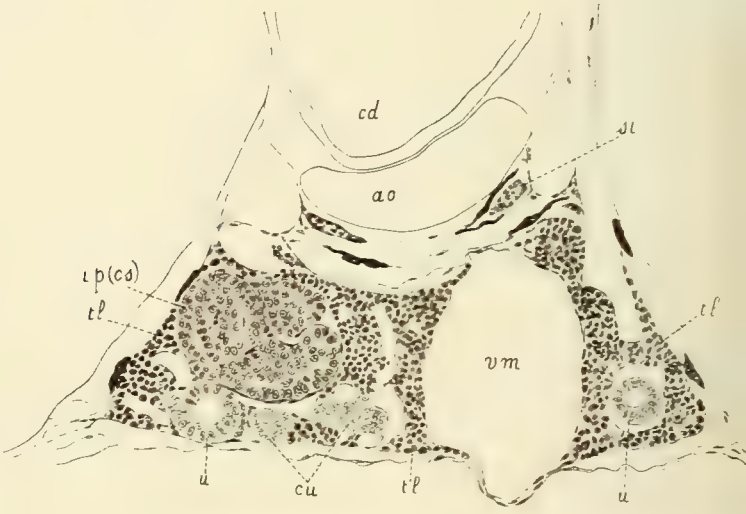


Fig. 50

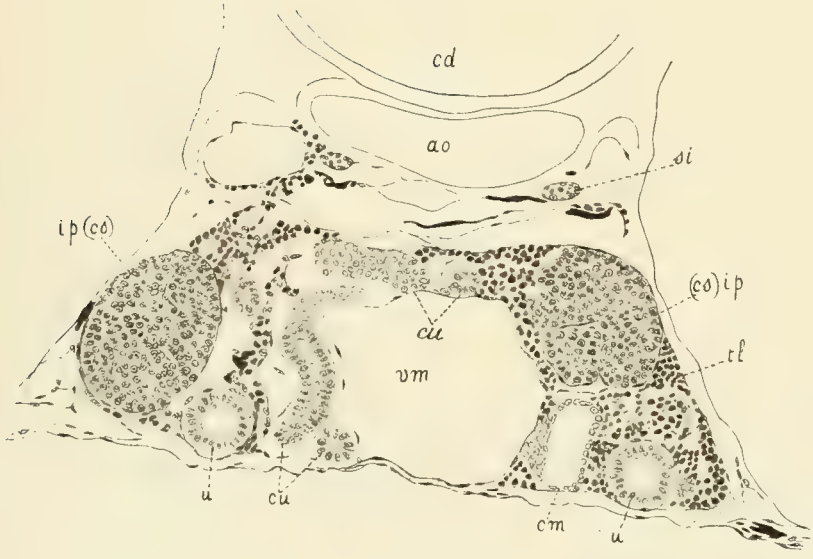


Fig. 51

Fig. 47

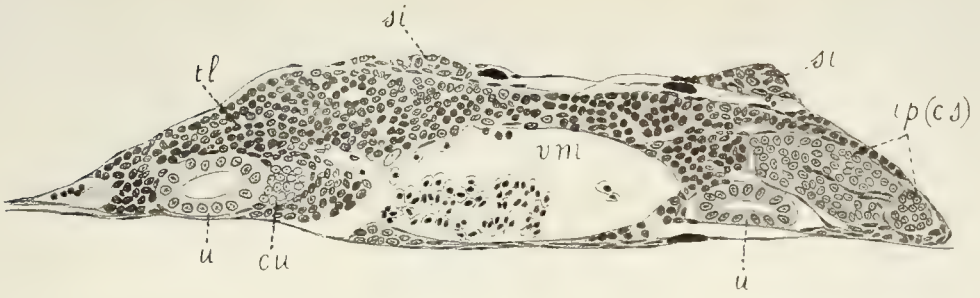


Fig. 52

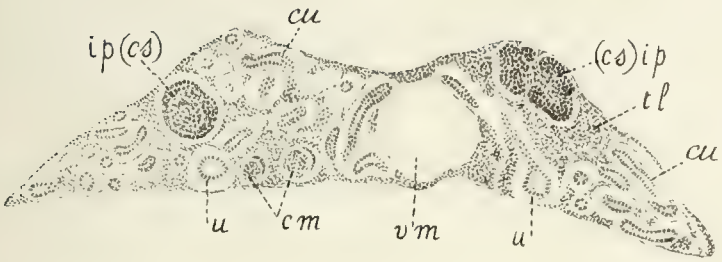


Fig. 54

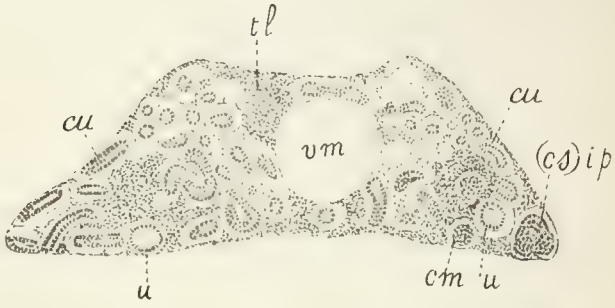


Fig. 53

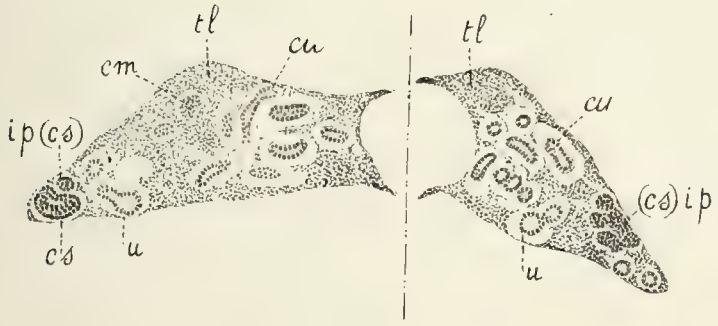


Fig. 55

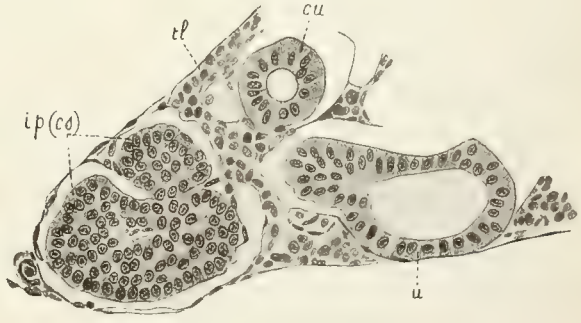


Fig. 56

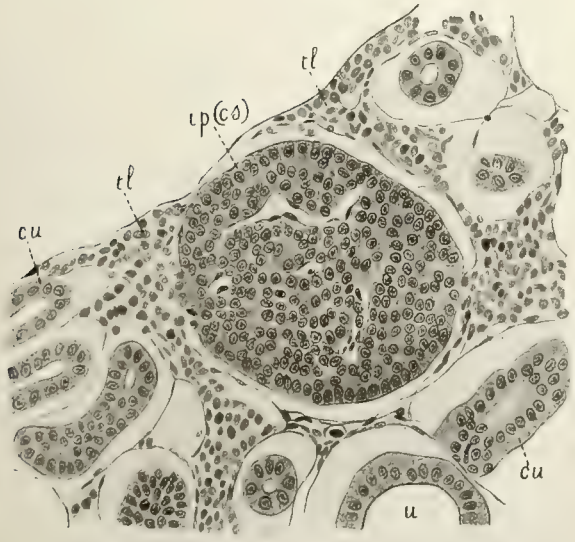
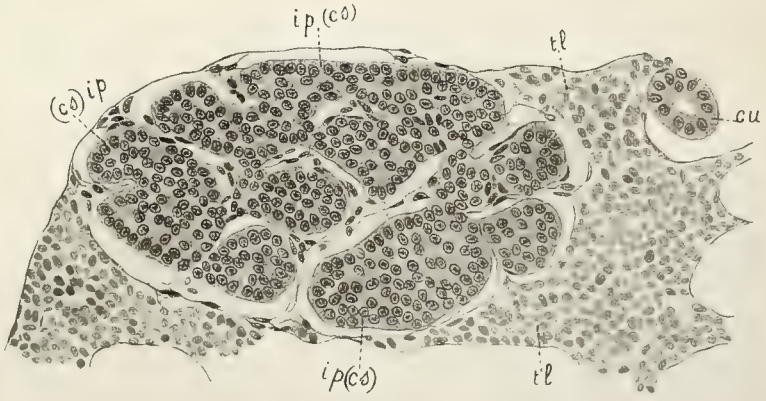


Fig. 57



NUOVE OSSERVAZIONI SULLE PILOBOLEE

CON UN INDICE BIBLIOGRAFICO SU QUESTE

NOTA

DEL

PROF. FAUSTO MORINI

letta nella Sessione del 12 Novembre 1911

(CON UNA TAVOLA)

Sono note le importanti differenze che si riscontrano fra i gen. *Pilobolus* e *Pilaira*, i quali insieme formano la sottofamiglia delle Pilobolee. Nel 1° genere lo sporangio è repentinamente lanciato mediante brusca lacerazione della parete della vescicola iposporangiale, lungo una linea circolare situata immediatamente sotto la zona d'inserzione della columella; mentre nell'altro genere il medesimo sporangio è semplicemente sollevato da un accrescimento longitudinale dell'ifa sporangiofora. Nel resto dei caratteri, le specie finora conosciute appartenenti ai detti due generi rivelano fra di loro un notevolissimo grado di affinità, come può desumersi ponendo specialmente attenzione ai caratteri degli sporangi ed al modo di deiscenza di questi. Certamente, le Pilaire dimostrano una maggiore affinità colle rimanenti Mucorinee, in confronto alle specie del gen Pilobolus, massime pel fatto importante della totale o quasi totale mancanza dell'organo che è caratteristico dei Piloboli e cioè della vescicola iposporangiale; quindi, mediante le Pilaire la sottofamiglia delle Pilobolee puossi benissimo collegare colle Mucoree (1).

Ciò premesso, procediamo ora alla descrizione di una interessante specie che ho potuto osservare sopra sterco equino, e nella quale si notano alcune importanti particolarità massime in ordine alla costituzione dello sporangio, dell'ifa sporangiofora e della trofocisti.

Nelle sue linee generali lo sviluppo del fungillo avviene come negli altri Piloboli; solo poche varianti avemmo opportunità di notare.

Da un ramo laterale di un'ifa miceliale si sviluppa un filamento il quale si solleva verticalmente sul substrato nutritivo e va sempre aumentando in grossezza, mentre nel suo interno si riscontra un protoplasma molto denso colorato in un giallo ranciato. Ad evoluzione al quanto inoltrata, in questo filamento possiamo riconoscere una triplice differenziazione per la quale

---

(1) F. Morini — Materiali per una monografia delle Pilobolee (Mem. della R. Accad. delle Scienze dell'Istituto di Bologna, Serie VI, Tomo III) pag. 8.

si notano lungo il suo decorso tre rigonfiamenti: di questi l'inferiore (che è immediatamente collegato col ramo ifico del micelio), ha forma cilindroide ed allargata in alto; il medio ha forma globulosa ed il suo diametro è circa tre volte superiore a quello della formazione precedente; infine, il superiore è invece separato dal 2° rigonfiamento da un breve tratto dell'ifa, ha pure forma globulosa ed ha alquanto minor dimensione. La formazione inferiore brevemente cilindroide rappresenta il futuro stipite della trofocisti; l'altra successiva diverrà la trofocisti propriamente detta; la superiore si costituirà nella vescicola iposporangiale. Di queste tre parti la prima a costituirsi è senza dubbio la trofocisti, la quale poi in alto mostra una papilla che successivamente allungandosi dà origine al superiore rigonfiamento ora accennato e quindi all'ifa sporangiofora. Dalla trofocisti germogliano numerose ife brevi, meno grosse di quelle componenti il micelio e ramificate; queste adempiono alla duplice funzione dell'assorbimento delle sostanze nutritive e della fissazione dell'ifa sporangiofora al sustrato nutritizio. Nelle fasi giovanili dell'apparato sporangioforo che abbiamo potuto esaminare, la regione superiore della vescicola iposporangiale termina con una papilla conica, la quale va mano mano sviluppandosi fino a dare origine allo sporangio: questa papilla si separa mediante un setto dalla rimanente parte dell'ifa sporangiofora, e la cellula così prodotta va assumendo gradatamente i caratteri di uno sporangio, nel cui interno ben presto dal setto divisorio si costituisce la columella.

Nella sua fase adulta, il fungillo presentasi formato da ife sporangiofore in media lunghe da mm. 1 a 2 $\frac{1}{3}$; una particolarità importante, che non si riscontra in nessun'altra specie di Pilobolus è che le dette ife tendono a svilupparsi in tanti piccoli gruppi irregolari, nei quali il numero dei fungilli piuttosto avvicinati fra di loro, varia all'incirca da 8 a 22. Questo fatto importante dimostra una particolarità notevole nello sviluppo del nostro fungillo, e cioè la vegetazione circoscritta del micelio della specie in esame. Come abbiamo potuto verificare in numerosi casi, le ife miceliali che nascono dalle spore hanno una debole facoltà di allungamento, per cui i rami che scaturiscono da esse non si estendono molto nel substrato nutritizio. Certamente, l'abbondante formazione di ife sporangiofore contribuisce ad esaurire nella loro vitalità le ife suddette.

La trofocisti allorchè ha raggiunta la completa fase della sua maturità, presentasi costituita da due cellule l'una dall'altra bene differenziata: l'inferiore ha minor dimensione è molto meno grossa dell'altra e presenta forma ovoidale; la superiore, mentre è press'a poco lunga come la cellula sottostante, ha un diametro trasverso quasi doppio, ed ha forma brevemente ovoidale. La divisione della trofocisti in due cellule ha notevole importanza e non trova il sue riscontro in niuna alla specie di Pilobolo Nella specie qui studiata, è per ciò scomparsa la caratteristica trofocisti unicellulare, la cui presenza è così generale nei Piloboli. Da ambo le cellule si diramano nnmerose ife austoriali, alcune delle quali riccamente ramificate (Fig. 1).

L'ifa sporangiofora soprastante alla trofocisti, dopo breve tratto mostrasi allargata nella vescicola iposporangiale, la quale, a differenza di tutti gli altri Piloboli, mostrasi notevolmente allungata, fino a presentare conformazione lungamente ellittica. Manca dunque in essa il caratteristico rigonfiamento globuloso così accentuato, per cui quasi si direbbe che

l'ifa sporangiofora tende a ritornare alla forma primitiva quale si osserva nella generalità delle Mucorinee, ossia alla forma filamentosa Di questa importante contingenza già un accenno si è avuto nella trofocisti, come si è visto in precedenza stante il notevole allungamento subito da questa, al quale è conseguito una divisione in due cellule.

Premettendo che lungo l'ifa sporangiofora si nota la consueta ricca deposizione di cristalloidi di mucorina, la quale del resto, ma in molto minor quantità, si ha anche nella trofocisti (Fig. 10 e 12), gli sporangi appariscono sotto forma di tanti punti neri, che al microscopio mostrano forma globulosa, depressa dall'alto al basso e la loro membrana presentasi incrostata di numerosi e minutissimi cristalli di ossalato di calcio. Il considerevole grado di annerimento della loro membrana cutinizzata è dovuto alla costituzione in questa di numerose e minute granulazioni nere nelle quali è principalmente depositata la cutina; le sporangiospore (Fig. 5) hanno forma ovoidale che talora tende all'ellittica ed il loro colorito è giallo ranciato pallido. La dimensione degli sporangi è mm. 0, 28-40; e quella delle spore varia da μ 4 $^1/_2$ a 6.

Ma gli sporangi presentano pure un fatto di notevole importanza il quale si riferisce al tipo di distacco dello sporangio stesso: nella disseminazione degli sporangi nelle altre specie, prodotta dalla repentina lacerazione della membrana della vescicola iposporangiale, la columella viene trascinata insieme e dentro i medesimi, mentre questi vengono lanciati a distanze più o meno considerevoli; invece nella forma qui descritta, causa il tenue sviluppo della vescicola medesima ed il debole grado di connessione esistente fra lo sporangio e la columella, questa per solito non viene trascinata insieme e dentro lo sporangio, ma permane unita alla porzione superiore della vescicola iposporangiale (Fig. 2), nella quale non ha luogo il caratteristico fenomeno biologico della sua brusca e repentina lacerazione che si riscontra negli altri Piloboli. Il distacco dello sporangio dalla vescicola sottostante compiesi nella specie qui studiata mediante un processo di gelatinificazione di una zona circolare inferiore della membrana sporangiale, per cui lo sporangio di distacca dalla vescicola anzidetta, lasciando attorno alla columella, rimasta in posto, residui di membrana cutinizzata; in questa sostanza gelatinosa si notano sospese delle sporangiospore (Fig. 3). Per ciò qui manca il caratteristico lanciamento che ha luogo mediante la lacerazione della vescicola iposporangiale causa l'elevato grado di tensione che si stabilisce nel contenuto di questa, la quale nella nostra specie trovasi in uno stato notevole di inattività fisiologica, mancando od essendo molto tenue la tensione del suo contenuto.

Tenuto conto della suddetta modalità nel distacco degli sporangi dall'ifa sporangiofora, a questo riguardo nei Piloboli, possiamo distinguere tre forme: 1° Nella vescicola iposporangiale si stabilisce un rilevantissimo grado di tensione, così abbondante è il liquido acquoso che continuamente vi affluisce. Una tale tensione vince finalmente la resistenza opposta dalla membrana, per cui in questa ha luogo un'improvvisa e brusca lacerazione subito sotto la linea che divide la columella dalla vescicola iposporangiale; la columella distaccasi insieme allo sporangio, pur rimanendo inclusa in questo. La vescicola in tal modo scoppia e lo sporangio viene così projettato a distanze talora molto notevoli, per solito di parecchi cm.; molto di più nelle grandi specie di Pilobolus (es. *P. longipes*). Questo è il modo ordi-

nario di distacco degli sporangi dalla vescicola iposporangiale. — 2° Semplice lacerazione terminale della columella, per cui questa permane collegata alla vescicola. — 3° Gelatinificazione di una zona annulare inferiore della membrana dello sporangio, per cui questo lentamente si distacca, abbandonando in posto la columella.

Relativamente allo sviluppo degl' individui della specie in esame, è estremamente difficile riconoscere i primi accenni della loro formazione. Solo alcune poche volte mi accadde di osservare che il primo inizio del fungillo è dato da una ramificazione laterale di un' ifa miceliale; la quale va lentamente accrescendosi fino ad assumere forma ovoidale (Fig. 6), colla porzione terminale manifestamente conica. Un' esile membranalla circonda questa cellula primordiale, e nell' interno di questa si notano numerosi nuclei.

Mentre questo primo inizio va ulteriormente sviluppandosi, dapprima esso si divide trasversalmente in basso in una piccola cellula che poi si organizzerà nello stipite della trofocisti. La grande cellula superiore si divide pure trasversalmente in due cellule, da ciascuna delle quali germogliano numerose ife austoriali (Fig. 7); ecco la trofocisti già costituita, la quale per ciò rappresenta il primo organo che appare nel corpo vegetativo del nostro fungillo, le necessità trofiche del quale hanno determinato un precoce sviluppo delle ife assorbenti dalla trofocisti. Nelle due cellule di questa si notano numerosi piccoli nuclei immersi in un protoplasma molto denso e privo di vacuoli (Fig. 8).

La cellula superiore della trofocisti è destinata non solo a costituire la cellula più voluminosa di questa, ma nella sua porzione terminale diviene la sede di un attivo incremento pel quale va lentamente costituendosi l' ifa sporangiofora, colla vescicola iposporangiale e lo sporangio; in conseguenza di ciò si ha l' accumulo di parecchi nuclei in corrispondenza al detto punto (Fig. 8).

Mentre il fungillo va raggiungendo la sua fase adulta notasi che tanto nelle cellule della trofocisti, come nella vescicola iposporangiale, i nuclei a poco a poco subiscono un processo di disfacimento fino a scomparire quasi interamente nel fungillo maturo (Fig. 10, 12); e nel protoplasma si differenziano numerosi vacuoli di varia dimensione. Nella giovane vescicola iposporangiale si osservano fenomeni citologici equivalenti a quelli riscontrati nei primordi evolutivi della trofocisti, e cioè numerosi nuclei e la mancanza di vacuoli (Fig. 11). Nella vescicola iposporangiale e nella trofocisti mature, si notano altresì numerosi cristalloidi di mucorina (Fig. 10 e 12).

Così accennato ai fatti più importanti notati nello sviluppo della nostra Pilobolea, ci resta ancora a studiare una interessante particolarità, la quale fu osservata solamente dopo prolungate culture del Pilobolo già descritto, e quindi in casi di progressivo esaurimento del substrato nutritizio. Intendo alludere alla formazione di Clamidospore. Lungo il decorso di ife miceliali notasi un processo di segmentazione, pel quale si costituiscono tanti articoli ognuno dei quali si arrotonda, aumenta in volume ed assume forma globulosa (Fig. 13); la loro membrana si inspessisce notevolmente ed il loro contenuto è ricco di numerose goccioline oleose. Questa è la forma consueta di *clamidospore*; talune volte fu dato di osservare che le ife miceliali si scomponevano in tante cellule rigonfiate nel mezzo, molto più piccole delle precedenti press' a poco della stessa dimensione e disposte a catenella più o

meno lunghe (Fig. 14). Avrebbesi così una specie di dimorfismo nelle clamidospore. Mentre della forma piccola non potei constatare la germinazione; le clamidospore grandi poste in favorevoli condizioni di sviluppo, germogliano un'ifa, la quale bentosto si accresce rigogliosamente in un micelio, da cui hanno origine nuovi individui di Piloboli (Fig. 19); invece, in condizioni di scarsa nutrizione, la clamidospora dà origine direttamente ad un'ifa sporangiofora alla cui base notasi la trofocisti bicellulare; la vescicola iposporangiale è meno sviluppata che negli individui prodotta dal micelio (Fig. 15, 16). Un fenomeno facilmente prevedibile è che dalla trofocisti si sviluppano solo pochissime ife assorbenti, anzi talune volte queste mancano interamente. Gli sporangi hanno dimensione minore di quelli prodotti dalle ife sporangiofore nate sul micelio; la columella presenta un tenue grado di convessità, e non di rado si mostra quasi del tutto appianata (Fig. 17); infine, le sporangiospore hanno forma brevemente ovoidale (Fig. 18). In una parola qui si hanno fatti morfologici di riduzione nell'apparato sporangioforo, paralleli a quelli riscontrati in altre Mucorinee; ad es. nel *Mucor racemosus* relativamente alle ife sporangiofore prodotte dalle cellule globulose delle formazioni oidiali, nelle quali si possono scomporre le ife miceliali di detta specie in determinate condizioni nutrizie.

Dalla breve descrizione della fase adulta della specie ora studiata risultano alcuni caratteri la cui importanza emerge evidentissima:

1° Disposizione a piccoli gruppi irregolari delle ife sporangiofore.

2° Trofocisti costituita per solito da tre cellule tenendo conto anche della piccola cellula basale stipite.

3° Progressiva riduzione della vescicola iposporangiale, per cui l'ifa sporangiofora nel suo insieme mostra una marcata tendenza a riacquistare la forma primitiva caratteristica della generalità delle Mucorinee.

4° Debole grado di connessione fra la columella e lo sporangio.

5° Disseminazione degli sporangi mediante un processo di gelatinificazione della zona circolare inferiore della loro membrana. Inattività fisiologica della vescicola iposporangiale.

Procedendo ora alla denominazione di questa specie, che così notevolmente si allontana pei suoi caratteri dalle altre forme di Piloboli finora conosciute, essa deve ricordare il nome di un Botanico illustre, quello del mio carissimo amico il Prof. Romualdo Pirotta, al quale specialmente l'Anatomia e la Fisiologia vegetale devono numerosi ed importanti lavori: **Pilobolus Pirottianus** è dunque la denominazione che io propongo per il presente fungillo.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

Fig. 1ª — Un individuo completo e già maturo del *Pilobolus Pirottianus* studiato nel presente lavoro.

s — Sporangio.

v i — Vescicola iposporangiale.

t — Trofocisti, costituita da due cellule delle quali la superiore più voluminosa dell' inferiore.

i a — Ife fissatrici del fungillo ed assorbenti, germinate dalle due cellule suddette.

s t — Stipite della trofocisti, continuantesi inferiormente nelle ife miceliali.

Fig. 2ª — Sporangio non ancora maturo, distaccato artificialmente dalla porzione superiore della vescicola iposporangiale.

l — Linea d' inserzione dello sporangio sulla vescicola anzidetta, corrispondente quindi al margine basale della columella.

Fig. 3ª — Incipiente disseminazione dello sporangio e distacco di questo dalla vescicola sottostante.

g — Gelatinificazione di una zona circolare inferiore della membrana sporangiale con alcune sporangio-spore disperse e sospese nella sostanza gelatinosa circostante.

r — Residuo cutinizzato della porzione inferiore della membrana sporangiale, corrispondente all' inserzione dello sporangio sulla vescicola menzionata e rimasto aderente a questa.

Fig. 4ª — Uno sporangio quasi maturo mostrante le spore. Sulla membrana si notano numerosi cristalli di ossalato di calcio. La zona inferiore della membrana non ha ancora subito il caratteristico processo di gelatinificazione.

Fig. 5ª — Alcune sporangiospore viste ad un maggior ingrandimento.

Fig. 6ª — Primo inizio dello sviluppo di un individuo di *P. Pirottianus*. Un ramo laterale di un' ifa miceliale si è sollevato verticalmente sul substrato, e, mentre ancora presentasi unicellulare, mostra una forma ovoidale irregolare; nel suo interno si riscontrano parecchi piccoli nuclei più addensati nella regione terminale.

Fig. 7ª — Primordio più inoltrato nello sviluppo. Riscontransi bene differenziate le due cellule della trofocisti insieme alla cellula stipite. Dalla cellula soprastante non ha ancora avuto luogo lo sviluppo dell' ifa sporangiofora, il cui primo accenno è dato dalla conformazione conica della cellula medesima. Le necessità trofiche del giovane fungillo, hanno determinato uno svilupppo precoce delle ife assorbenti.

Fig. 8ª — Fungillo trovantesi nella fase di sviluppo a cui corrisponde la precedente Figura. In questa Figura, come anche nelle seguenti Fig. 9ª e 10ª, le ife assorbenti

non sono state disegnate. Il contenuto è polinucleato e nella porzione terminale foggiata a papilla della cellula superiore, centro d'incremento pel quale si costituirà l'ifa sporangiofora, notasi un accumulo di alcuni nuclei.

Fig. 9ª — Trofocisti già bene differenziata, ma trovantesi ancora nella fase giovanile del suo sviluppo. Nel protoplasma oltre a numerosi vacuoli di piccola dimensione, si riscontrano parecchi piccoli nuclei. Anche la cellula stipite della trofocisti manifestasi polinucleata.

Fig. 10ª — Trofocisti bene matura. Il protoplasma non solo contiene numerosi vacuoli e più voluminosi che nella fase precedente, ma altresì dei cristalloidi di mucorina e piccoli cumuli a contorno irregolare di granulazioni protoplasmiche. I nuclei hanno subito un processo di disfacimento.

Fig. 11ª — Giovane vescicola iposporangiale dalla quale non si è ancora sviluppato lo sporangio. Nel protoplasma oltre a numerosi piccoli nuclei uguali a quelli della trofocisti, si notano molti piccoli vacuoli. In corrispondenza alla porzione terminale della detta vescicola dove avrà luogo lo sviluppo dell'ifa sporangifora, si ha un accumulo di nuclei.

Fig. 12ª — Vescicola iposporangiale allontanata dallo sporangio e bene sviluppata. Vacuoli molto più voluminosi che nella fase cui si riferisce la Figura precedente. Sviluppo parallelo a quello notato nella Fig. 10ª per la trofocisti, e quindi notevole formazione di cristalloidi di mucorina, scomparsa dei nuclei e presenza di abbondanti cumuli granulosi a contorno irregolare.

Fig 13ª — Ifa miceliale ramificata lungo la quale sonosi prodotte numerose clamidospore a diversi gradi di sviluppo.

Fig. 14ª — Breve tratto di ifa miceliale con clamidospore tutte press'a poco allo stesso grado di sviluppo.

Fig. 15ª — Una clamidospora la quale ha direttamente germinato un'ifa sporangiofora che ancor si trova in una giovane fase di sviluppo; oltre allo sporangio, notasi lungo il decorso di quella l'incipiente differenziazione della trofocisti (ancora unicellulare) e della vescicola iposporangiale.

Fig. 16ª — Un'ifa sporangiofora completamente sviluppata e medesimamente prodotta da una clamidospora. Le ife assorbenti della trofocisti o non si sviluppano, ovvero si formano molto scarsamente, come in questo caso.

Fig. 17ª — Sporangio spettante alla forma disegnata nella Figura precedente. Nel suo interno sono visibili le sporangiospore. La columella presenta una notevole riduzione nello sviluppo, forma soltanto un tenue grado di convessità entro la cavità sporangiale, per cui mostra una tendenza a scomparire e quindi a riapparire nella primitiva disposizione appianata.

Fig. 18ª — Alcune sporangiospore di questi piccoli sporangi, maggiormente ingrandite. Esse mostrano in confronto a quelle (vedi Fig. 5ª) prodotte negli sporangi sviluppati nel modo più frequente e cioè dal micelio, una conformazione più brevemente ovoidale.

Fig. 19ª — Una clamidospora la quale ha germinato alcune ife miceliali semplici o ramificate.

INDICE BIBLIOGRAFICO SULLE PILOBOLEE [1]

1688-1696. Ray J. — Historia plantarum. Tomus secundus — Londini, 1688; pag. 1928.
— Synopsis methodica stirpium britannicarum, ecc. — Ed. II, Londini, 1696.
1691-1696. Plukenet L. — Phytographia, seu stirpium illustrium et minus cognitarum icones, tabulis aeneis summa diligentia elaboratae, ecc. Pars I. — Londini, 1691.
— Almagestum botanicum, seu Phytographiae Pluc' netianae Onomasticon, ecc. — Londini, 1696.
1699. Morison R. — Plantarum Historiae Universalis. Pars Tertia — Oxonii; 1699. Pag. 641.

1702-1709. Petiver J. — Gazophylacii naturae et artis, decades X, ecc. — 1702-1709. Tab. 105, fig. 14. (Secondo Grove: The Midland Naturalist, 1884, N. 82, pag. 281).
1744. Baker H. — Natural History of the Polype Insect. 1744.
1772. Scopoli J. A. — Flora Carniolica exibens plantas Carniolae indigenas, ecc. Editio secunda — T. II; pag. 449 e 495; N. 1643 — Viennae, 1772.
1776. Withering W. — A botanical arrangement of all the vegetables naturally growing in Great Britain, ecc. — Birmingham; 1776.
1778-1782. Müller O. F. — Von der Entdeckung eines neuen Geschlechts von Thierpflanzen (Berlinische Sammlung zum Beförderung der Arzneiwissenschaft. Stuck I; 1778).
— Von einem Krystallschwammchen (Kleine Schriften aus der Naturhistorie, herausgegeben von J. A. E. Göze — Erster Band; Dessau, 1782).
1780. Weber G. H. — Primitiae Florae holsaticae — Kilae; 1780.
1784-1791. Tode H. — Beschreibung des Hutwerfer, *Pilobolus*, eines neuen sonderbaren Schwammgeschlecht (Schriften der Naturf. Berliner Gesell., V, T. I; 1784).
— Fungi Mecklenburgenses selecti — Lüneburgii; 1790-91.
1785-1801. Dickson J. — Fasciculi (IV) plantarum cryptogamicarum Britanniae — Londini; 1785-1801. — I.
1788-1791. Bolton J. — An history of fungusses, growing about Halifax — Huddersfield, 1788-1791; Vol. III.
1788-1800. Roth A. W. — Tentamen Florae Germanicae — Lipsiae, 1788-1800. T. I.
1791-1812. Bulliard P. — Histoire des Champignons de la France — Paris 1791-1812 — Tome I, pag. 111; Pl. 480, fig. 1.
1796-1818. Persoon C. H. — Observationes mycologicae, seu descriptione tam novorum quam notabilium fungorum — Lipsiae, 1796-99. I, Tab. IV.
— Synopsis methodica fungorum, ecc. — Gottingae; 1801.
— Traité sur les champignons comestibles, contenant l' indication des espèces nuisibles, ecc. — Paris, 1818.
1797-1809. Sowerbey J. — Coloured figures of english Fungi or Mushrooms — London, 1797-1809.
1797-1830. Linneo C. — Species plantarum, ecc. Ed. IV, curante C. L. Wildenow. — Berolini; 1797-1830. Vol. V, pars I et II: Hyphomycetes et Gymnomycetes.
1798. Poiret C. — Moisissure. Mucor (Encyclopédie methodique, ou par ordre de matieres — Botanique. Tome 4°; pag. 238 — Padoue; 1798).

1801-1803. Schumacher C. F. — Enumeratio plantarum in partibus Saellandiae septentrionalis et orientalis. Havniae, 1801-1803. T. II.
1802. Relhan R. — Flora Cantabrigiensis — Cantabrigiae. Ed. II; 1802.

(1) In questo *Indice* mentre sono del tutto esclusi i trattati generali di Botanica, si trovano preferentemente citati i lavori che si riferiscono alla morfologia, biologia ed evoluzione genealogica delle Pilobolee.

1805. Albertini et Schweinitz — Conspectus fungorum in Lusatiae superioris agro Niskiensis crescentium ; ecc. — Lipsiae ; 1805.
1813-1853. Sturm J. — Deutschlands Flora in Abbildungen nach der Natur mith Beschreibungen — Nürnberg ; Dritte Abthelung : *Pilze* ; 1813-53.
1815. Candolle (de) A. P. et Lamarck J. — Flore Française — Paris 1815.
1816. Nees von Esenbeck C. — Das System der Pilze und Schwämme — Würzburg : 1816.
1821-1849. Fries E. — Systema mycologicum sistens fungorum ordines, genera et species hucusque cognitas ecc. — Gryphiswalde ; 1821-29.
— Summa vegetabilium Scandinaviae, ecc. — Holmiae ; 1846-49.
1823. Ehrenberg C. — Beobachtungen ü. Bewegung in und auf dem Pilobolus crystallinus (Mykologische Heft von Kunze u. Schmidt, II ; 1823.
1824. Greville R. — Flora Edinensis Edinburgh ; 1824.
1826. Durieu de Maisonneuve — Notice sur le Pilobolus crystallinus (Ann. des Sc. Nat. — Botanique. T. IX ; 1826.
1826-1846. Leveillé J. H. — Mém. sur le Pilobolus (Ann. de la Soc. Linnéenne de Paris. T. IV, 1826).
— Mém. sur le genre *Sclerotium* (Ann. des Sc. Nat., Botanique : 2$_e$ Série, T. XX ; 1843).
— Considerations mycologique, suivies d'une nouvelle classification des champignons — Paris, 1846.
1827. Desmazières J. B. — Sur le Pilobolus crystallinus et le Sclerotium stercorarium (Ann. des Sc. Nat ; 1827.
1828. Gachet A. H. — Note sur le Pilobolus crystallinus (Bull. d'hist. nat. de la Soc. Linn. de Bordeaux. T. II ; 1828).
1828-1856. Montagne C. — Mém. sur le genre Pilobolus et sur une nouvelle espèce (Bull. de la Soc. Linn. de Lyon ; 1828).
— Sylloge generum speciemrumque cryptogamarum quas in variis operibus descriptas iconibusque illustratas, ecc. — Parisii ; 1856).
1829 Loudon J. — An Encyclopaedia of plants — London ; 1829.
1831-1833. Wahlenberg G. — Flora Suecica — Upsaliae ; 1831-33. II.
1831-1833. Wallroth K. — Flora Kryptogamica Germanica — Norimbergae ; 1831-33. — Pars posterior.
1833-1844. Bischoff G.W. — Handbuch der botanischen Terminologie und Systemkunde — Nurnberg. 1833-44.
1836-1860. Berkeley M. J. — British fungi (Vol. V, p. II of the English Flora). London ; 1836-43.
— Outlines of british fungology. — London, 1860.
1837. Nees von Esenbeck T. und Henry A. — Das System der Pilze. Durch Beschreibungen und Abbildungen erläutert. — Erste Abtheilung I. Bonn ; 1837.
1837-1854. Corda A. K. J. — Icones Fungorum hucusque cognitorum — Pragae, 1837-54. — Tomus I (1837) pag. 22, Tab. V, fig. 286) — T. V (1842), pag. 18 — T. VI (1854) pag. 12, Tab. II, fig. 32.
— Anleitung zum Studium der Mykologie, nebst kritischer Beschreibung aller bekannten Gattungen und einer kurzen Geschichte der Systematik — Prag, 1842.
1851. Bonorden H. — Handbuch der allgemeinen Mikologie als Anleitung zum Studium derselben, ecc. — Stuttgart ; 1851.
1851. Cesati V. — Pilobolus anomalus Ces. (*J. Klotzsch* : Herbarium vivum mycologicum ; 1851).
1851. Cohn F. — Entwickelungsgeschichte des Pilobolus crystallinus (Novorum Actorum Acad. Caes.-Leop.-Car. naturae curiosorum. Tomus XXII, pars prior — Vratislaviae et Bonn ; 1851). Cum 2 Tab.
1852-1853. Guigneau Th. — Actes de la Soc. Linnéenne de Bordeaux. T. XVIII ; 1852-53.
1855. Bail Th. — Mykologische Berichte (Bot. Zeit. ; 1855).
1857. Currey F. — On a species of Pilobolus (Journal of the Procedings of the Linnean Society ; Vol. I ; 1857.
1859-1863. Coemans E. — Notice sur le Pilobolus crystallinus (Bull. de l'Acad. Royale de Belgique, T. VIII ; 1859).
— Monographie du Genre *Pilobolus* Tode, spécialement etudié au point de vue anatomique et physiologique (Mém. couronnés et Mém. des savants etrangers publiés par l'Acad. Royale des sciences. Tome XXX, 1858-61). Avec 3 Planches.

1863. Coemans E. — Recherches sur le polymorphisme et les differents appareils de riproductions chez les Mucorinées — Première partie : *Pilobolus oedipus* Mont. — (Bull. de l'Acad. de Belgique ; 2e. Série, T. XVI ; 1863. Avec 1 Pl.

1869. Hoffmann H. — Mémoire sur les Bacteries (Ann. des Sc. Nat., Botanique ; T XI ; 1869).

1869-1875. Fuckel L. — Symbolae mycologicae. Beiträge zur Kenntniss der rheinischen Pilzen. — Wiesbaden ; 1869-75.

1870. Carnoy J. B. — Recherches anatomiques et physiologiques sur les Champignons (Bull. de la Soc Roy. de Bot. de Belgique ; T. IX, 1870).

1870-1872. Klein J. — Mykologische Mittheil. (Verhandl. der K. K. zool. bot. Gesell. in Wien ; 1870).

— Zur Kenntniss des Pilobolus (Pringsheim's Jahrbücher f. wissenschaft. Bot. ; Bd. VIII, Heft 3 ; 1872).

1871. Roze et Cornu — Sur le Pilobolus crystallinus (Bull. de la Soc. Bot. de France ; T. XVIII, 1871).

1872. Cooke M. C. — Handbook of British Fungi — London, 1872.

1872. Hallier E. — Pilobolus Pestis bovinae (Zeitschr. für Parasitenkunde ; 1872).

1872-1889. Brefeld O. — Untersuchungen aus dem Gesammtgebiete der Mykologie — Heft I (1872) : Botanische Untersuchung ü Schimmelpilze : I. Entwickelung des Pilobolus : II. Formen des Pilobolus ; III. Pleomorphie des Pilobolus.

— Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin am 20 Juli 1875.

— Ueb. die Bedeutung des Lichtes für die Entwickelung der Pilze. I Mittheil (Sitzungsber. d Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin ; 17 April, 1877).

— Botanische Untersuch. ü. Schimmelpilze — Heft IV (Pilobolus) — Leipzig, 1881).

— Untersuch. aus dem Gesammtgebiete d. Mykologie, Heft VIII. — Leipzig, 1889.

1873. Sorokin M. — Ueb. die Wirkung des Lichtes auf die Pilze. Vorlaufige Mittheilung. (Naturforscher-Gesellsch. a. d. Univ. zu Kazan — 1873).

1873. Tieghem (van) Ph. et Le Monnier G. — Recherches sur les Mucorinées. Avec 6 Pl. (Ann. des Sc. Nat., Botanique ; 5. Série, T. XVII ; 1873).

1873-1879. Karsten P. A. — Symbolae ad Mycologiam fennicam — Helsingfors, 1873-79. T. IV.

1873-1896. Noll F. — Zwei Vorlesungsversuche (Flora ; 1873).

— Das Sinnesleben der Pflanzen (Berichte ü. d. Senckenbergische Naturforschende Gesell. zu Frankfurt a. M. ; 1896).

1873-1912. Saccardo P. A. — Mycologiae Venetae Specimen. — Patavii, 1873.

— Michelia — Patavii, 1877-1882.

— Fungi veneti novi vel critici. Ser. V ; (Nuovo Giorn. Bot. It., Vol. VIII ; 1876.

— Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum. Vol. VII, Pars I, 1888 : (*A. N. Berlese et J. B. De Toni* — Phycomyceteae). Pag. 183-188 — Vol. XVII (1905), pag. 505-506. — Vol. XXI (1912), pag. 827-828.

1875. Fischer von Waldheim A. — Ü. den Heliotropismus niederer Pilze — I, Pilobolus. (Mittheil. d. Universität Warschau ; 1875 ; N. 4).

1875. Gilkinet A. — Mémoire sur le Polymorphisme des Champignons (Mém. couronnés et autres Mém. publiées par l'Acad. Royale de Sc., Lett. et Beaux-arts de Belgique. Tome XXVI ; 1875).

1875-1876. Tieghem (van) Ph. — Nouvelles recherches sur les Mucorinées. Avec 4 Pl. (Ann. des Sc. Nat., Botanique ; 6. Série, T. I ; 1875).

— Sur la structure et le mode de dehiscence du sporange des Pilobolus et sur deux espéces nouvelles des Pilobolus (Bull. de la Soc. Botan. de France ; 1875).

— Troisième Mémoire sur les Mucorinées avec 4 Pl. (Ann. des Sc. Nat., Botanique ; 6. Série, T. IV, 1876).

— Observations au sujets d'un travail de M. Brefeld sur les Mucorinées et en particulier sur les Pilobolus (Bull. de la Soc. Bot. de France, T. 23 ; 1876).

— Sur le role physiologique et la cause determinante de la courbure en arcades des stolons dans les *Absidia* (Bull. de la Soc. Bot. de France, T. 23 ; 1876).

1876. Hansen H. — Da dauske Gjodnings svampe (Fungi fimicoli danici (Vidensk. Meddelser fra den naturh. Forening — Kjobenhavn, 1876).

1878. Schimper A. — Proteinkrystalloide der Pflanzen — Inaug. Dissert. — Strassburg, 1878.
1879. Stevenson J. — Mycologia Scotica. The fungi of Scotland and their geografical distribution — Edinburgh; 1879.
1879. Winter G. — Einige Mittheilungen ü. die Schnelligkeit der Keimung der Pilzsporen und des Wachstum ihrer Keimschlauche (Hedwigia; 1879).
1880. Cienkowsky L. — Algologische Excursion an das Weisse Meer (Berichte ü. die Excursion auf das Weisse Meer, im Jahre 1880).
1880. Cunningham D. — On certain effects of starvation on vegetable and animal Tissue (Quarterly Journal of Microscopical Sciences; 1880).
1880. Wiesner J. — Die heliotropischen Erscheinungen im Pflauzenreiche. II Theile (Denkschriften der Kaiserl. Akad. der Wissensch. in Wien; Math.-Naturwiss. Classe, Bd. 40; 1880).
1881. Passerini G. — Funghi Parmensi enumerati (Nuovo Giorn. Bot. It., Vol. 13; 1881).
1881. Regel E. — Wirkung des Lichtes auf Pilze (Sitzungsber. der bot. Section der St. Petersburger Naturf. Gesell.; 1881).
1881. Rostafinski J. — Ueb. den rothen Farbstoffe einiger Chlorophyceen, sein sonstigen Vorkommen und seine Verwandtschaft zum Chlorophyll. (Krakauer Akad. d. Wissensch.; Sitzung 20 Juni; 1881).
1881. Spegazzini C. — Fungi argentini, pugillus primus et secundus (Anales de la Sociedad cientifica argentina; 1881).
1881. Wilson W. — The cause of the Escretion of Water on the surface of Nectaries (Untersuch. aus dem bot. Institut in Tubingen; Bd. I; 1881).
1882. Stewart C. — Pilobolus. (Linnean Society of London; 1882).
1882-1884. Bainier G. — Études sur les Mucorinées — Paris 1882. 11 Pl.
— Observations sur les Mucorinées (Ann. des Sc. Nat.; Botanique; 6. Série, T. XV, 1883). 3 Pl.
— Sur les zygospores des Mucorinées (Ann. idem; 6. Série, T. XV, 1883), 3 Pl.
— Nouvelles observations sur les Mucorinées (Ann. idem; 6. Série, T. XIX, 1884), 3 Pl.
1882-1884. Errera L. — L'epiplasma des Ascomycetes et le glycogene des vegetaux — Bruxelles; 1882.
— Sur le glycogene chez les Mucorinées (Bull. de l'Acad. Roy. de Belgique. 3e. Série; T. IV; N. 11 — 1882).
— Die Grosse Wachstumperiode bei den Fruchtträgern von Phycomyces. Mit 1 Taf. (Botanische Zeitung; 1884).
1884. Baker J. G. — *Pilaria Cesatii* V. Tiegh. (The Journal of Botany British and Foreign; Vol. XXII; 1884).
1884. Bary (de) A. — Vergleichende Morph. und Biol. der Pilze, Mycetozoen und Bacterien — Leipzig; 1884.
1884. Grove W. R. — On the Pilobolidae, with a Synopsis of the European species, and a description of a new one. (The Midland Naturalist, Vol. VII; N. 77-84) — London; 1884. Plate IV, VI.
— New or noteworthly Fungi (Journal of Botany; Vol. XXII).
— *Pilaria Cesatii* V. Tiegh. (Journ. of Bot., Vol. XXII).
1884. Plowright C. — *Pilaira Cesatii* V. Tiegh. (The Journal of Botany British and Foreign. Vol. XXII, N. 263; 1884).
1884. Rivolta Seb. — I Parassiti vegetali come introduzione allo studio delle malattie parassitarie e delle alterazioni dell' alimento. Pisa, 1884; pag. 497. Fig. 200.
1885. Bizzozero G. — Flora Veneta Crittogamica — Parte 1ª. I Funghi. — Padova, 1885.
1885. Lanzi M. — Fungi in ditione Florae romanae enumerati (Ann. del R. Ist. Bot. di Roma redatto dal Prof. Pirotta; Anno I; 1885).
1885. Oudemans C. — Aanwisten vor de Flora Mycologica va Nederland. IX en X; 1885.
1885. Smith W. — Birds nedst Fungi (Garden, Vol. XXVII; 1885).
1885. Wakker J. — Aleuronkorrels zijn vacuolen (Maandblad voor Naturwetenschappen; 1885, N. 5).
1886. Went F. — De jongste toestanden der vacuolen — Amsterdam; 1886.
1887. Farlow W. — Projection du sporange du Pilobolus (Revue mycologique 1887; N. 33).

1887-1905. Vuillemin P. — Etudes biologiques sur les Champignons. (Boll. de la Soc. de Nancy. 2. Serie; T. VIII; Fasc. XX; 1887).
— Importance taxinomique de l'appareil zigosporé des Mucorinées (Bull. Soc. Mycol. France; 1905).
1888. Costantin J. — Les Mucédinées simples — Paris; 1888; pag. 66.
1888-1892. Zopf W. — Zur Kenntniss der Infectionskrankeiten niederer Thiere und Pflanzen. (Nova Acta der K. Leop. Carol. Deutsch. Akad. der Naturf. Bd. LII; 1888)
— Die Pilze (Handbuch der Botanik, herausgegeben von A. Scheck. Vierter Bd.) — Breslau; 1890).
— Zur Kenntniss der Färbungserscheinungen niederer Organismen. (Zweite Mittheilung). III Phycomyceten-Färbungen — (Mittheilungen aus dem Kryptogamischen Laboratorium der Universität Halle, herausgegeben von W. Zopf; 1892 — Heft. 2 — Leipzig, 1892.
1889-1897. Schroeter J. — Die Pilze Schlesiens (Kryptogamen-Flora von Schlesies. Band III; Erste Hefte — Breslau, 1889).
— Mucorineae (Engler Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien — I Theil; 1 Abth. — Lepzig, 1897).
1890. Baccarini P. — Funghi dell'Avellinese (Nuovo Giorn. Bot. Ital., Vol. XXII; 1890).
1890-1894. Huth E. — Systematische Uebersicht der Pflanzen mit Schleudernfruchten (Abh. Verh. Naturw., Frankfurt a O., VIII; 1890)
— Weitere Mittheil. ü. Pflanzen mit Schleuderfruchten (Helios; XI, 1893).
— Revision of the Mucoracee, with special reference to species reported from North-America (Minnesota Botanical Stud. Bull. N. IX; 1894).
1890-1899. Mangin L. — Sur la callose, nouvelle substance fondamentale existant dans la membrane — Paris, 1890.
— Sur un essai de classification des mucilages (Bull. de la Soc. Bot. de France; XLI; 1894).
— Observations sur la constitution de la membrane chez les Champignons — Paris, 1894.
— Observations sur la membrane des Mucorinées (Journ. de Bot. Vol. XIII; 1899). Avec 2 Pl.
1891. Baillon M. — Dictionnaire de Botanique. Tome troisième — Paris; 1891. Pag. 595.
1891. Wehmer C. — Entstehung und physiologische Bedeutung der Oxalsäure im Stoffwechsel einiger Pilze. (Bot. Zeitung; 1891).
1891. Wèvre (de) A. — Les noyau des Mucorinées (Bull. Soc. Roy. de Bot. XXX; 1891).
— Contribution à l'étude des Mucorinées. Avec essai d'une Monographie de ces Champignons. (Grevillea, XII).
1892. Fischer A. — Phycomycetes (Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz — Erster Band, IV Abth. *Pilze* — Leipzig, 1892.
1892. Tavel (von) F. — Vergleichende Morphologie der Pilze — Jena, 1892.
1893. Chelchowski St. — Beitrage zur Kenntniss der polnischen Mistpilzen (Physiol. Denkschr., Vol. XII — Warschau; 1893).
1894. Baudmann S. — Ueber die Pilzvegetation aus dem Breslauer Canalwässern (Verhandl. d. Schlesischen Gesell. f. Vaterländ. Cultur; Botanische Section; 1894).
1894. Dangeard et Léger — Sur la structure des Mucorinés (Comptes Rendu de l'Acad. des Sc., 19 Fevr. 1894).
— La reproduction sexuelle des Mucorinées (Idem; 5 Mars, 1894).
1894. Pound R. — Revision of the Mucoraceae with special reference to species reported from North-America (Minnesota Bot. studies, Bull. N. IX; 1894).
1895. Lèger M. — Structure et developpement de la zigospore du *Sporodinia grandis* (Revue génér. de Botan., T. 7°; 1895). Avec 4 Pl.
— Recherches sur la structure des Mucorinées — Paris, 1895.
— Recherches histologique sur le developpement des Mucorinées (C. Rendu de l'Acad. des Sc.; T. 120, 1895).
1896. Pound et Clements — New species of fungi (Bot. Survey of Nebraska, IV; 1896).
1897-1908. Lendner A. — Des influences combinées de la lumier et du substratum sur le developpement des Champignons (Ann. des Sc. Nat., Botanique; 8. Sèrie, T. III, 1897).
— Les Mucorinées de la Suisse (Materiaux pour la Flore cryptogámique Suisse; III; Fasc. I; 1908).

1898. Graentz F. — Ueb. den Einfluss des Lichtes auf die Entwickelung einiger Pilze (Inaug. Dissert., Leipzig, 1898).

1899. Harper R. A. Celldivision in sporangia and asci (Ann. of Bot.; Vol. XIII; 1899).

1900. Palla E. — Zur Kenntniss Pilobolus-Arten (Oesterr. bot Zeitschrift, N. 10, 11; 1900). Mit 1 Taf

1900-1912. Morini F. — Ricerche sopra una nuova Pilobolea (Mem. della R. Accad. delle Sc. dell' Istituto di Bologna; Serie V, Tomo VIII; 1900). Con una Tavola.

— Ricerche intorno ad una nuova forma di Pilaira (Rendic. delle Sessioni della R. Accad. idem; 1904). Con una Tavola.

— Osservazioni sulla vita e sul parassitismo di alcune specie di Piptocephalis (Memorie della R. Accad. idem; Serie VI, Tomo II, 1905). Con una Tavola.

— Materiali per una Monografia delle Pilobolee (Mem. idem, Serie VI, Tomo III; 1906). — Con una Tavola.

— Ulteriori osservazioni sulle Mucorinee (Mem. idem. Serie VI, Tomo VI: 1909). — Con una Tavola.

— Nuove osservazioni sulle Pilobolee (Rendiconto delle Sessioni della R. Accad. idem. — Nuova Serie, Vol. XVI; 1912).

1901. Möller A. — Phycomyceten im allgemein und Choanephora americana n. sp. im besonderen, nebst Bemerkungen zum natürl. Syst. der Pilze (A. Schimper: Bot. Mittheil. aus dem Tropen. Heft. 9 — Jena; 1901).

1902. Massee G. and Salmon E. S. — Researches on Coprophilous Fungi (Ann. of Bot., XVI, 1902).

1904. Blakeslee A. — Sexual reproduction in the Mucorinae (Proceed. of the American Acad. of Arts and Sciences, Vol. XL; 1904).

1904. Ferry R. — Contribuction à la connaissance des especes du genre Pilobolus par M. le Prof. Palla de l' Universitè de Graz (Resumé et traduction) — (Revue Mycologique, Vol. XXVI; 1904). Avec 2 Pl.

1904. Szabo Zolt (v.) — Mycologische Beobachtungen (Jahresb. d. Schlesischen Gesell. f. vaterl. Cultur; 1904).

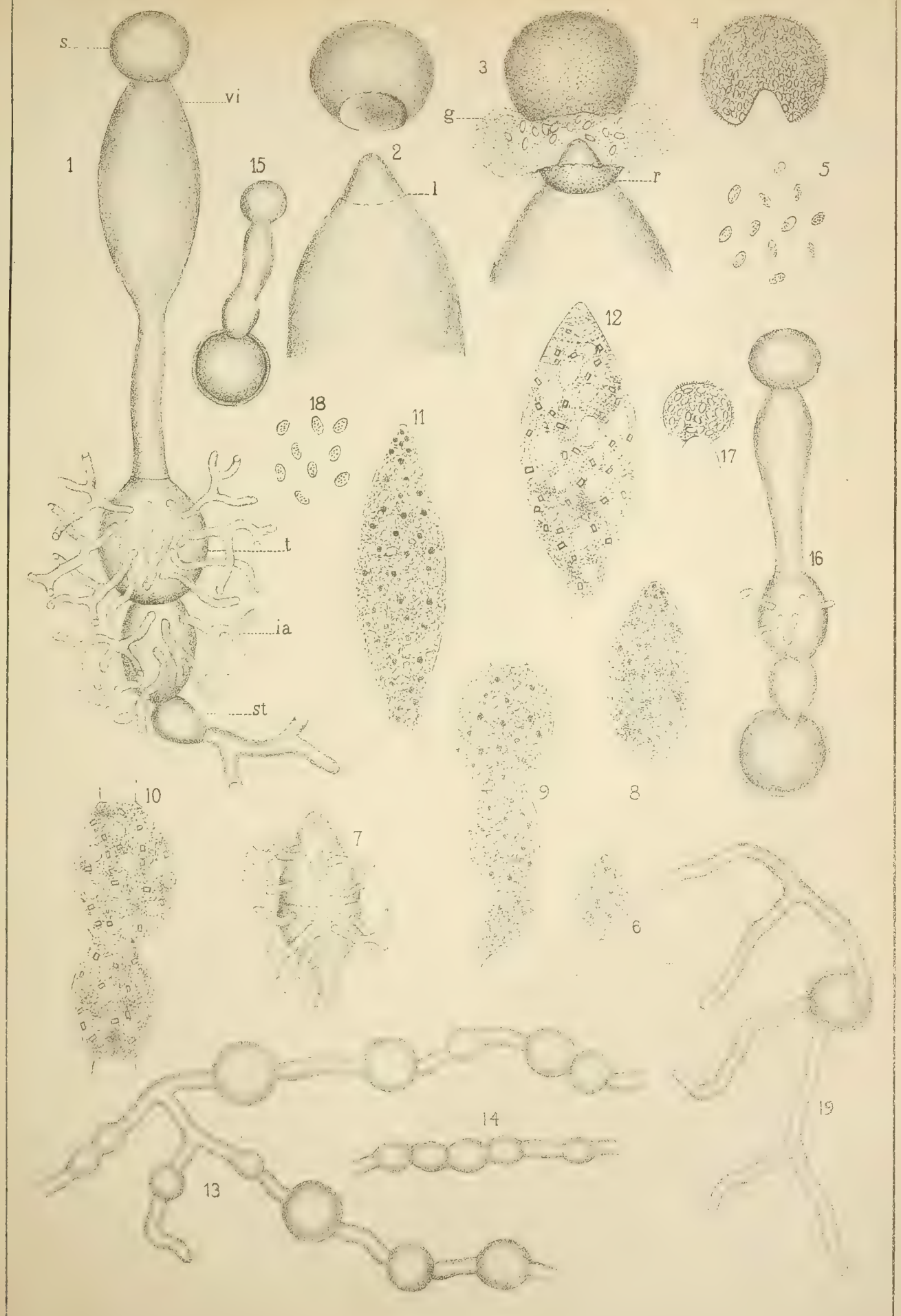
1906. Dangeard — La fecondation nucléaire chez les Mucorinées (C. R. Acad. Sc. Paris. CXLII; 12 Mars 1906).

1906-1908. Lepesckin, W. W. — Zur Kenntniss des Mechanismus des aktiven Wasserausscheidung der Pflanzen (Beihefte zum Bot. Centralblatt, XIX, I Abth.: 1906; pag. 409-452, mit 4 Abbildungen im Text).

— Ü. den Turgordruck der vacuolisirten Zellen (Ber. Deutsch. Bot. Ges.; XXVI; 1908).

1909. Buller A. H. R. — Researches of fungi. An account of the production, liberation and dispersion of the spores of *Hymenomycetes* treated botanically and physically, also some observations upon the discharge and dispersion of the spores of *Ascomycetes* and of *Pilobolus*. — London, 1909.

1909. Sumstine D. R. — Some moulds from Pennsylvania (Torreya, IX; 1909).


s
vi
1
15
2
l
3
g
r
4
5
12
18
11
17
16
t
ia
st
i
10
9
8
7
6
14
13
19

NUOVE OSSERVAZIONI CLINICHE E RICERCHE ISTO-PATOLOGICHE

INTORNO ALLA

PURPURA ANNULARIS TELEANGIECTODES

MEMORIA

DEL

Prof. DOMENICO MAJOCCHI

DIRETTORE DELLA CLINICA DERMO-SIFILOPATICA DELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

(letta nella Sessione del 19 Maggio 1912)

Alle precedenti osservazioni cliniche intorno alla PURPURA ANNULARIS TELEANGIECTODES, raccolte nella mia monografia, uscita negli Atti della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna (tomo I, Serie VI, 1904) oggi mi è dato di aggiungere altre *sei* di non minor importanza per le particolarità morfologiche e per i risultati istologici, ottenuti in due *biopsie*. Degli studi, compiuti sopra questa nuova forma cutanea *emorragico-teleangiettasica*, da me descritta per la prima volta nel 1896, feci una succinta comunicazione al *VII° Congresso Internazionale di Dermatologia e Sifilografia*, tenuto in Roma dall' 8 al 13 Aprile 1912, coll' intendimento di farla meglio conoscere nel suo caratteristico quadro morfologico a coloro, che fin qui non avessero avuta occasione di vederla.

E, non senza un intimo compiacimento, ricordo anche oggi, come in quella solenne adunanza, dopo la mia breve esposizione, si svolgesse una dotta discussione fra illustri dermatologi italiani e stranieri, non solo intorno alla etiologia, ma soprattutto intorno alla morfologia di questa singolare dermatosi purpurica, sulla quale, in specie, le opinioni si trovarono in perfetto accordo (1).

E siffatta concordia di opinioni conferma sempre più quanto ho io sempre affermato intorno alla costanza e, potrei dir meglio, invariabilità dei principali caratteri clinico-morfologici della *Purpura Annularis Teleangiectodes*, alcuni dei quali (*figurazione e disposizione*) impartiscono alla medesima una fisonomia chiara, netta e, mi si passi la parola, elegante.

È pur vero che per la sua oscura etiologia non ci è dato ancora di stabilire, se appartenga essa alle porpore *essenziali*, o *sintomatiche*: non ostante ciò la *Purpura An-*

(1) Sono lieto di ricordare che a quella discussione presero parte fra gli egregi Congressisti l' illustre Prof. Balzer di Parigi, Arndt di Berlino, Oppenheim di Vienna, e Vignolo-Lutati di Torino, il quale ultimo portò ancora il contributo mercè la storia clinica di un nuovo importantissimo caso clinico di *Purpura Annularis Teleangiectodes. VII° Congresso Internazionale di Dermatologia e Sifilografia....* RENDICONTI – Roma 1913.

nularis Teleangiectodes si fa sempre più interessante dal lato anatomo-patologico, per il quale si viene in qualche modo a chiarire il meccanismo del suo sviluppo: dappoichè è d' uopo tener conto che anche in questo campo havvi molta costanza di reperti fra i diversi ricercatori, sia rispetto alle emorragie cutanee, sia rispetto alle lesioni vasali; anzi le discrepanze si vanno sempre più appianando, per modo che è sperabile che presto le ricerche isto-patologiche possano giungere a stabilire con maggior precisione le alterazioni anatomo-patologiche essenziali e costanti della dermatosi. Si vedrà allora che l' incostanza di alcune alterazioni si deve principalmente allo stadio diverso in cui si può trovare la dermatosi medesima: come pure apparirà sempre meglio chiarita la denominazione che ho dato a questa dermatosi emorragico-teleangiettasica, della cui giustezza esposi già le ragioni nella mia precedente Memoria.

Infine non posso far a meno di rilevare come in questi ultimi tempi alcuni lavori, pubblicati da distinti dermatologi italiani e stranieri, abbiano recato sotto molti rispetti importanti contributi clinico-istologici sulla *Purpura Annularis Teleangiectodes*, per modo che certi punti oscuri e più discussi della medesima si vanno di mano in mano rischiarando. E così mercè il lavoro unito di molti ricercatori si viene integrando lo studio di questa dermatosi purpurica, integrazione che sarà sempre maggiore, se con la stessa diligenza usata fin qui, si continuerà a pubblicare tutti i casi clinici che cadranno sotto la nostra osservazione.

Ed a questo fine, come ho detto testè, essendo io in possesso di altre *sei* osservazioni, passo ad esporne, come nuovo contributo, le singole storie cliniche.

PARTE I.

Osservazioni Cliniche.

CASO I. — A. N. d' anni 20, nativo di Bologna, fonditore di caratteri, celibe, venne il 3 Gennaio 1905 nel Dispensario della Clinica Dermosifilopatica di Sant' Orsola per farsi curare di una dermatosi che aveva colpito gli arti inferiori.

Anamnesi — Dal lato gentilizio mancano scrofola e tubercolosi; nè si rinviene alcuna altra malattia che abbia rapporto con la dermatosi, da cui è affetto il paziente. Il padre, uomo forte e prosperoso morì all' età di 84 anni: la madre è sana e tuttora vivente: un fratello e una sorella godono anch' essi perfetta salute. Tranne le malattie dell' infanzia, A. N. fu sempre in ottime condizioni di sanità, sempre attivo e laborioso. Le ricerche fatte per assicurare se il paziente abbia sofferto di sifilide, tanto acquisita, quanto ereditaria, hanno condotto ad escludere in modo assoluto la detta infezione.

Verso la fine dell' agosto dell' anno 1904 narra di aver visto per la prima volta la comparsa di alcune piccole macchie di colore rosso-livido, disseminate nelle gambe. Per stabilire meglio la data dell' eruzione, il paziente ci assicura che il giorno 11 Agosto del detto anno, essendo stato sottoposto alla visita militare, nè egli si accorse delle macchiette sopramentovate, e nemmeno i medici visitatori accennarono alla presenza di questa eruzione; per modo che il paziente insiste nell' ammettere che la prima comparsa della dermatosi sia avvenuta nell' ultima decade di Agosto (1904) e di poi lentamente siasi estesa con prevalenza nelle regioni delle gambe; tuttavolta secondo l' avviso del paziente è soltanto da qualche settimana che gli sembra avere la dermatosi

raggiunto il presente grado di sviluppo. Nessun disturbo della sensibilità accompagnò la comparsa dell'eruzione, e nemmeno l'estendersi della medesima.

Interrogato il paziente sulle possibili cause della malattia, egli risponde dapprima di non essersi mai esposto a cause reumatiche e nemmeno a raffreddamenti dopo profusi sudori, ai quali dichiara di essere andato soggetto assai raramente, lavorando egli tranquillamente nella fonderia dei caratteri: inoltre non ha mai sofferto di patemi d'animo, anzi assicura che non si trovò mai dinanzi a disturbi emozionali di sorta: così pure non ebbe mai sofferenze, nè avvertì disordini dell'apparato gastro-intestinale. Soltanto sembra al paziente di avere, innanzi alla comparsa dell'eruzione, provato di tanto in tanto la sensazione di stanchezza agli arti inferiori.

Finchè il paziente fu sotto la nostra osservazione continuò sempre a lavorare nella fonderia dei caratteri senza alcun suo disagio.

Essendo molto impressionato della dermatosi che lo affliggeva, frequentò spesso, e per parecchi mesi, il Dispensario della nostra Clinica, ove, avendolo io osservato la prima volta, riconobbi nel medesimo una *Purpura Annularis Teleangiectodes* e appresso potei assistere ai diversi cambiamenti *evolutivi* e *involutivi* della dermatosi medesima.

Caratteri morfologici — La dermatosi occupa presentemente gli arti inferiori: ma si può dire che quasi intieramente è estesa alle gambe, dappoichè soltanto nelle regioni anteriori ed esterne delle coscie avvertii qualche macchietta puntiforme e qualche elemento figurato nell'inizio del suo sviluppo, e mai in numero si notevole, quale spicca sulle gambe. Ed è su queste che risaltano, oltre le macchiette puntiformi isolate, aventi sede in rispondenza dei follicoli, numerose figure anulari che vanno dalla grandezza di 1 mm. di diametro fino a 5, 6, 8 e 10 mm.: e queste ultime sono però in numero assai scarso. Di maggiore grandezza non è dato trovarne in questo momento. Sono esse costituite da macchiette rosso-livide puntiformi ravvicinate, o contigue, le quali formano quasi tutte figure anulari, e rarissimamente circinate. Compresse con la lastra diascopica, tanto le macchiette isolate, quanto quelle costituenti elementi figurati, si mostrano meglio distinte e si differenziano anche meglio fra di loro. Infatti alcune delle macchiette sono più rossiccie, di forma rotondeggiante più raramente lineare, fornite di corte ramificazioni, con contorni netti, e queste sono dovute a ectasia dei capillari, altre invece appaiono più livide, rosso-brune, a contorni irregolari e non ben distinti, e queste risultano da stravasamenti emorragici. Ravvicinandosi fra di loro per dilatazione centrifuga, alcune figure anulari si mettono a contatto, formando figure in cifra di 8, ovvero a trifoglio, ovvero in piccole catene di tre o quattro anelli.

La cute, compresa entro le figure anulari, è di colore giallognolo, e in alcune anche leggermente e finemente desquamante, secca, e sottile nel rivestimento epidermico.

Il colore della cute degli arti inferiori appare nel suo insieme rosso-lividastro. Notasi ancora qualche leggera varicosità a chiazze di varia grandezza nella regione esterna delle gambe.

Nessuna infiltrazione della pelle rilevasi alla palpazione e nemmeno col sollevamento di Pieghe cutanee.

Il paziente non avverte alterazione alcuna della sensibilità.

Per rispetto alla *topografia* si è notato che l'eruzione occupa principalmente gli arti inferiori e soprattutto abbondano le figure anulari nella regione esterna ed interna delle gambe, in minor numero si trovano nella regione posteriore, e mancano in questo momento nel terzo superiore ed esterno delle medesime. Anche sulla regione dorsale di ambedue i piedi l'eruzione mostrasi con belle figure anulari, separate, o contigue, e confluenti, le quali diminuiscono sensibilmente di numero sul collo del piede, e mancano interamente nella regione plantare, quantunque si notino quivi punti isolati emorragico-teleangiettasici. Scarsissime, come si è detto, sono le macchiette purpuriche puntiformi nella regione anteriore ed interna delle coscie, mentre la regione posteriore delle medesime, come pure la pelle delle natiche sono interamente prive della eruzione; questa nel suo insieme appare disposta con bella simmetria.

Esame generale del paziente — È dotato di asciutta, ma robusta costituzione, tanto che lavorava 9 ore al giorno senza risentirne stanchezza: regolare nella struttura scheletrica. Il panicolo adiposo è scarso, ma le masse muscolari sono ben sviluppate. Gli sforzi ch'egli fa colla persona per il suo lavoro, non aumentano (secondo quanto egli afferma) l'intensità del colorito delle chiazze purpuriche. Non presenta alcuna alterazione al cuore e ai grossi vasi, e nemmeno a carico dei visceri addominali.

Tutto ciò è quanto si rinvenne nella prima visita, fatta al paziente il 3 Gennaio 1905.

Ma come ho detto più sopra, avendo il paziente frequentato il Dispensario della Clinica per parecchi mesi, si ebbe agio di osservare tutta la evoluzione della dermatosi, che qui passo a descrivere, come fu registrato nel seguente *Diario*.

8 e 22 Gennaio 1905 — Di nuovo esaminato il paziente, si osservano sempre più spiccate le figure anulari, e caratteristici si mostrano i primi elementi puntiformi purpurici isolati, risiedenti in rispondenza dello sbocco dei follicoli, e attraversati da peli; in alcune regioni le macchiette tanto isolate, quanto quelle delle figure anulari appaiono alquanto rilevate, specie sul dorso del piede e nel terzo inferiore delle gambe per sporgenze dei follicoli, come nella cutis anserina. Il 22 Gennaio d.° furono eseguiti quattro innesti col sangue, preso dalla gamba destra, in tubi di brodo sterile.

29 Gennaio d.° — Il paziente presenta la dermatosi nelle stesse condizioni di estensione, ma non di colorito: dappoichè per la temperatura fredda della stagione le chiazze anulari sono assai più livide e perciò meno distinte nel terzo inferiore delle gambe e nel dorso del piede, per la stasi a frigore (*livedo diffusa*): mentre nella giacitura orizzontale, e dopo un breve massaggio con la mano calda, le figure suddette si fanno più manifeste.

Esame delle urine — Peso specifico 1018: nel resto nulla di speciale, tranne traccie di Indicano.

5 Febbraio — Trovasi la dermatosi nelle stesse condizioni di estensione: se non chè le chiazze anulari del terzo superiore delle gambe sono assai più ingrandite e molto più distinte di quelle del terzo inferiore. Furono eseguiti col sangue quattro nuovi innesti in tubi di brodo sterile.

19 Febbraio — Nessun cambiamento nella dermatosi.

Esame microscopico del sangue — Si raccoglie il sangue da una ferita fatta, a tutta spessezza della cute nella gamba destra: il sangue esce con una certa difficoltà dalla ferita. L'esame microscopico fatto alla *triacida Ehr.* lascia vedere qualche leucocito polinucleato: non si scorgono grandi mono-nucleati.

Ripetuto l'esame delle urine, si rinvenne il peso specifico aumentato (1027), e una quantità maggiore d'indicano.

5 Marzo — Tornato il paziente si nota dal 19 Febbraio ad oggi la comparsa di una nuova chiazzetta anulare nel mezzo circa della regione flessoria dell'avambraccio sinistro. Anche nel terzo inferiore della coscia sinistra si comincia a vedere alcuni puntolini emorragico-teleangiettasici, nonchè la comparsa di qualche piccola figura anulare.

19 Marzo — La dermatosi si conserva nelle stesse condizioni morfologiche e sovrattutto per il colorito, nelle gambe: però nelle coscie tende ad uno sviluppo progressivo, sebbene alquanto lento; infatti nel terzo inferiore delle coscie poco al disopra del ginocchio, e nella regione interna delle medesime, notasi la formazione di alcuni nuovi cerchielli purpurici; cosi pure negli avambracci la dermatosi tende ad estendersi sebbene in minori proporzioni: infatti nell'avambraccio destro, regione flessoria, spuntano macchiette puntiformi, che si riuniscono in segmenti di cerchi, mentre nel sinistro si ha la formazione di un nuovo cerchio purpurico assai spiccato, sempre nella regione flessoria.

Ripetuto l'esame delle urine, si rinvenne una diminuzione del peso specifico (1017), reazione acida, assenza dell'indicano: nel resto nulla di speciale.

2 Aprile — La dermatosi tende ad una progressiva estensione. Sono comparsi altri anelli emorragico-teleangiettasici nel terzo inferiore e medio della regione interna delle coscie, come pure alcuni, ma in minor numero, nella regione posteriore. Scarse macchiette emorragico-teleangiettasiche sono insorte anche sulla pelle delle natiche, e alcuna di esse tende alla formazione di un cerchiello purpurico. Nelle gambe non si nota alcuna nuova chiazza anulare, ma quelle precedenti tendono ad allargarsi perifericamente.

16 Aprile — Tornato il paziente si scorge nella dermatosi un aumento di estensione sulle gambe, e di numero sulle coscie, delle chiazze anulari purpuriche: soltanto il colore appare più sbiadito nella eruzione delle gambe.

7 Maggio — In questo momento la dermatosi ha raggiunto negli arti inferiori il più alto grado di sviluppo, mentre sembra arrestata negli arti superiori: essa mostra assai spiccati i suoi caratteri morfologici, sia per la figurazione, disposizione ed estensione, sia pel numero e colorito degli elementi figurati. Infatti dalla regione dorsale dei piedi la dermatosi sale in alto, distendendosi con una certa uniformità alle gambe, alle coscie e alle natiche. La figurazione anulare prevale sulle macchiette purpuriche isolate; ma si nota già la formazione di altre figure assai ben distinte,

per la grandezza degli anelli e per la confluenza dei medesimi. Nelle gambe (soprattutto nel terzo medio della regione interna ed esterna delle medesime) le figure *anulari* sono molto ingrandite, misurando alcune 2, 3 e fino a 4 c.m di diametro: ma nel loro allargarsi periferico sono in gran parte venute a contatto, o hanno confluito, dando luogo a figure *girate*, che si rivelano, ove sotto forma di catene fatte da 3, 4 e fino a 6 anelli, ove sotto forma di linee policicliche. Al contrario nella regione posteriore delle gambe gli anelli purpurici sono più isolati, ben distinti e di varia grandezza. Passando alla regione anteriore ed interna delle coscie, mostransi anche qui gli anelli più ingranditi e più distinti per un colorito roseo piuttosto intenso, e molti di essi tendenti a confluire; però sono appena incipienti le figure girate (per l'avvicinamento degli anelli purpurici), le quali mancano nella regione posteriore delle coscie, e anche nelle natiche: in queste gli elementi purpurici mostransi di un colorito più vivo, e mentre sono rari verso le regioni iliache, numerosi appaiono nel centro delle natiche stesse. Il colore della cute, compresa dentro gli anelli, spicca maggiormente ora per una tinta gialliccia nella eruzione delle gambe, mentre meno visibile appare nella eruzione delle coscie e delle natiche. È d'uopo rilevare, che negli anelli purpurici delle gambe, oltre il fondo gialliccio della cute, notasi ancora una leggera depressione (stadio atrofico), che manca nella eruzione delle coscie e delle natiche. Con la palpazione però non si avverte il più piccolo grado d'infiltrazione cutanea. L'esame con la lastra diascopica permette di distinguere meglio nelle macchiette purpuriche, che disegnano il contorno degli anelli, i focolai emorragici dalle teleangiettasie, e queste più nette nelle coscie e meno nelle gambe. In questo momento, dando uno sguardo complessivo alla dermatosi purpurica, salta subito all'occhio una spiccata *disposizione simmetrica*, soprattutto negli arti inferiori.

Negli arti superiori l'eruzione purpurica non ha progredito, ma è rimasta circoscritta agli avambracci, anzi quasi esclusivamente nella regione flessoria dei medesimi, ove risaltano, in ognuno di questi, quattro o cinque anelli purpurici piccoli, isolati, di colore roseo, rosso sbiadito, intercalati da scarse macchiette emorragico-teleangiettasiche.

Nessun elemento purpurico nel tronco, nelle ascelle, nelle braccia e nelle spalle.

Biopsia — In questo stesso giorno abbiamo proceduto, mercè il consenso del paziente, alla recisione di un tratto di pelle, grande poco più di 1 cm.^{2}, comprendente due piccoli anelli purpurici contigui. La biopsia fu fatta nel terzo medio della regione posteriore della gamba destra. Fu cucita la ferita mercè la sutura a punti staccati, e ricoperta con medicatura antisettica.

10 e 14 Maggio — Si rinnova la medicatura: la ferita non presenta la minima traccia di fenomeni reattivi.

17 Maggio — Non vedendo alterazione alcuna in corrispondenza della ferita, si tolgono i punti di sutura, ma si trova che le labbra della medesima non hanno aderito (benchè siano trascorsi circa 10 giorni), cosichè si vedono divaricare gradatamente sotto i nostri occhi. Si vorrebbe rinnovare la sutura, ma il paziente non lo permette, per modo chè si procede ad una medicatura antisettica rigorosa della parte.

22 Maggio — Rinnovando la medicatura, si rinviene una soluzione cutanea, di forma ovale, alquanto più grande del tratto di pelle reciso.

27 e 31 Maggio — Nel rinnovare la medicatura si rinviene il fondo della piaga pallido, asciutto, di modo che si procede ad una cauterizzazione mercè il nitrato d'argento, per eccitare il processo di rigenerazione.

Nel mese di *Giugno* il paziente venne quattro volte al Dispensario della Clinica (nei giorni 1, 11, 18, 25) per farsi rinnovare la medicatura, e non ostante che questa fosse fatta con tutto il rigore, nullameno il processo di rigenerazione si mostrò torpido, e soltanto verso la fine del detto mese le granulazioni della piaga si fecero alquanto più vive: attorno alla piaga si formò un alone di leggera pigmentazione. Durante questo mese la dermatosi comincia ad entrare nella fase *involutiva:* infatti alcuni anelli purpurici si fanno più pallidi, specie nelle gambe, anzi verso la fine di detto mese (25 Giugno) alcune figure *anulari* e *girate* si spezzano in alcuni tratti e tendono a scomparire. In questo momento il colorito della pelle delle gambe appare alquanto bruno, per modo che la tinta gialliccia delle aree intranulari non è più visibile. Ripetuto l'esame delle urine (11 Giugno) non si ha a rilevare alcun chè di importante.

Nel mese di *Luglio* il paziente tornò a farsi rivedere e a ripetere la medicatura cinque volte (nei giorni 2, 9, 16, 23, 30). Il processo di rigenerazione della piaga si fa alquanto più attivo, e alla periferia di essa le granulazioni sviluppano più rigogliose, iniziandosi un lieve contorno

cicatriziale. Intanto si fa sempre più intenso l'alone pigmentario circostante. La dermatosi tende sempre più all'involuzione, tanto che alcune figure anulari non sono più riconoscibili, mentre altre tendono a frammentarsi. L'esame microscopico del sangue (11 Luglio), fatto in corrispondenza delle macchiette emorragico-teleangiettasiche, non ha portato a riconoscere nulla di anormale. Verso la fine del detto mese (30 luglio) il processo di cicatrizzazione è pressochè al suo termine.

Nel mese di *Agosto* il paziente si è presentato due volte al Dispensario della Clinica (nei giorni 6 e 13). Alla prima visita (6 Agosto) la cicatrice è completa, indolente, e appare piana e molto pigmentata alla periferia. La dermatosi si fa sempre più sbiadita nel suo colorito, tanto che in alcune regioni (specie nella regione anteriore ed esterna delle gambe) non è possibile riconoscerla che in qualche segmento di cerchio. In ogni modo si possono ancora scorgere nelle coscie e nelle natiche alcuni anelli purpurici accanto ad altri che si vanno dileguando: tuttavolta si raccomanda al paziente di tornare al Dispensario della Clinica.

All'*11 di Settembre* il paziente si presenta di nuovo al Dispensario: la cicatrice si mantiene solida, non reca alcuna molestia al paziente, e produce soltanto leggera desquamazione. La dermatosi purpurica continua gradatamente a dileguarsi, tanto che in alcune regioni degli arti inferiori è completamente scomparsa, e in altre notasi soltanto qualche segmento di cerchio, in cui le macchiette purpuriche sono assai sbiadite: come pure le scarse manifestazioni purpuriche degli avambracci già da qualche settimana si sono dileguate. Tuttavolta si continua a tenere in osservazione il paziente (che ora trovasi in ottime condizioni di nutrizione) raccomandandogli di tornare qualche volta al Dispensario per assistere alla scomparsa totale dell'eruzione.

21 Ottobre — Il paziente viene accolto in Clinica, perchè affetto da malattia venerea. Narra che il 20 Settembre u. s., due giorni dopo un coito vide la comparsa di tre ulceri sulla faccia interna del prepuzio, delle quali una si è estesa al frenulo, distruggendolo in parte. Le ulceri presentavano tutti i caratteri delle forme veneree. Non ostante le cure antisettiche, mercè lavande di sublimato corrosivo, eseguite sulle ulceri dal paziente, si sviluppò nella regione inguinale destra una tumefazione perighiandolare dolente, che rapidamente aumentò di volume, e passò in suppurazione. Il giorno 11 Ottobre fu incisa, dando esito a notevole copia di pus. In tali condizioni il paziente entrò in Clinica per continuare la cura, che fu eseguita nella maniera più rigorosa, cosichè nello spazio di venti giorni, tanto le ulceri, quanto la periadenite inguinale vennero a perfetta cicatrice, e all'11 Novembre 1905 il paziente uscì dalla Clinica, guarito da siffatte lesioni, e senza traccia alcuna della dermatosi purpurica, che però ebbe in questo malato un decorso eccezionalmente lento. Infatti, tenendo conto del suo inizio, verso l'ultima decade dell'Agosto 1904, essa si potrasse con gli ultimi suoi resti fino presso ai primi del Novembre 1905: per modo che la durata intiera della dermatosi fu di circa 15 mesi.

Prima di chiudere la presente storia clinica voglio brevemente ricordare il risultato dell'*esame batteriologico* del sangue, che fu fatto la prima volta ai 29 di Gennaio 1905 e ripetuto ai 5 di Febbraio detto, ma in ambedue le prove i tubi di brodo rimasero perfettamente sterili. Infine mi preme ancora di rilevare, che ho riveduto più volte il paziente, dopo la guarigione della sua dermatosi purpurica, per lo spazio circa di due anni: lo rinvenni sempre in ottime condizioni generali, immune da sifilide e senza recidiva alcuna della dermatosi.

CASO II. — D. B. di anni 18, nato in Bologna, suonatore di violoncello, fu indirizzato al Dispensario della Clinica dermo-sifilopatica il 10 Dicembre 1905 dal suo medico curante, (1) perchè colpito da una malattia maculosa degli arti inferiori, che gli parve assai singolare per la sua figurazione ad anelli. Non appena visto il paziente, fui molto soddisfatto di avere dinnanzi a me una bella forma di *Purpura Annularis Teleangiectodes.*

Anamnesi — Intorno all'origine della dermatosi il paziente non mi seppe dire nulla di importante: dappoichè, tranne le solite malattie dell'infanzia, egli ha goduto fino ad oggi ottima salute: inoltre egli esclude di essersi esposto a cause reumatiche, a fatiche soverchie, ad esercizi ginnastici esagerati, o anche di aver patito patemi di animo, o di aver sofferto nelle sue funzioni gastro-intestinali: in una parola non si rinvenne nel paziente alcuna causa apparente che avesse potuto influire sull'origine della dermatosi. Avendo fatto ricerche accurate intorno all'esistenza della sifilide nel paziente, questa si potè escludere in modo assoluto, sotto la forma tanto acquisita,

(1) Ringrazio vivamente il Dott. Prof. Cavazzi per avermi procurato lo studio del caso sopradescritto.

quanto ereditaria. Anche dal lato gentilizio le indagini fatte non dettero un risultato di qualche interesse. I genitori sono tuttora viventi e sani, e in essi, come si è detto, si potè escludere la sifilide: nè di tubercolosi nè di scrofola si ebbero manifestazioni in famiglia, e nemmeno di artritismo si ebbe alcun segno nei genitori.

Rispetto al primo erompere della dermatosi, il paziente afferma che, un mese prima della sua venuta al Dispensario della Clinica (ch'è quanto dire ai 20 di Novembre 1905), si accorse dell'apparizione delle prime macchiette rosso-livide e anche delle prime chiazze anulari nel terzo medio di ambedue le gambe. L'eruzione avvenne senza precedenza di prurito, e si continuò senza alterazione alcuna della sensibilità cutanea: soltanto, durante l'estendersi della dermatosi, il paziente avvertì qualche dolore nelle articolazioni delle ginocchia, dolore di breve durata e di poca intensità. In tali condizioni il paziente non dette alcuna importanza all'affezione cutanea delle gambe: ma in seguito, vedendo che questa si estendeva, fece ricorso al suo medico, il quale, come ho detto più sopra, lo consigliò di venire al Dispensario della Clinica Dermosifilopatica di Sant'Orsola.

Esame generale del paziente — Giovane di forte costituzione, di struttura scheletrica regolare, fornito di muscoli ben sviluppati, ma di scarso pannicolo adiposo: la sua pelle è di colore alquanto brunetto, provvista di peli discretamente sviluppati, e di secrezione grassa piuttosto abbondante in alcune regioni (dorso, cuoio capelluto, fronte). Tranne una discreta eruzione di acne volgare alla faccia e al dorso, il paziente non ebbe mai alcuna affezione cutanea.

Caratteri morfologici della dermatosi — È caratterizzata da macchiette puntiformi, miliariformi, rosse e rosso-livide, isolate, o aggruppate in una chiazzetta lenticolare, che nel centro mostra già un'area cutanea di colore normale, pigliando così, fin dal suo inizio, una figurazione anulare; ma di chiazzette anulari se ne scorgono già molte e meglio conformate, le quali, o sono isolate, e queste più scarse, ovvero sono contigue e confluenti, e queste in maggior numero: accanto a queste havvi ancora qualche rara chiazzetta circinata, o non interamente anulare: d'ordinario però in quelle regioni, ove l'eruzione è più progredita, le macchiette rosso-livide, ravvicinate e contigue, disegnano il contorno delle chiazze anulari.

Rispetto alla *sede anatomica* le macchiette rosso-livide si trovano d'ordinario in rispondenza dei follicoli piliferi, tanto che in maggior numero si mostrano traversate da peli, o da peluria.

L'area di pelle, compresa entro le chiazze anulari, è di colore normale nel maggior numero di esse: in alcune però spicca una suffusione leggermente giallognola, senza desquamazione: soltanto in qualche chiazza anulare notasi leggera depressione [*stadio atrofico*]. Con la palpazione non si avverte nessun sollevamento puntiforme e nessuna traccia d'infiltrazione. Strisciando con l'unghia sulla pelle di varie regioni, specie negli arti inferiori, non appare traccia di dermografismo.

Con la lastra diascopica le macchiette purpuriche non scompaiono affatto sotto pressione: quasi tutte però, compresse colla lastra, si risolvono, lasciando vedere più o meno distintamente due generi di macchiette, delle quali uno è costituito da punti rosso-bruni, irregolari nei contorni o anche a contorni sfumati, l'altro è fatto da punti rossastri e rosso-vivi, ora nettamente rotondeggianti, ora allungati e filiformi, a contorni precisi, più raramente biforcati. Le prime sono evidentemente *emorragie*, laddove le seconde sono *ectasie capillari*.

Sede topografica - La dermatosi purpurica più sopra descritta occupa esclusivamente gli arti inferiori, mancando qualsiasi elemento emorragico-teleangiettasico negli arti superiori e nel tronco. Incomincia dalla regione dorsale dei piedi, ove notansi scarsi anelli purpurici: alcontrario la regione plantare è priva di qualsiasi traccia dell'eruzione: dalla regione dorsale passa questa sul collo dei piedi e riveste principalmente la regione esterna e posteriore delle gambe, ove il paziente afferma di aver osservato l'erompere della dermatosi: non con la stessa intensità ed uniformità si è estesa nella regione interna delle gambe, mercè la formazione di distinti anelli purpurici. Dal terzo superiore delle gambe l'eruzione passa sulle articolazioni delle ginocchia, e quindi sulla regione antero-interna delle coscie, ove l'eruzione mostra anelli purpurici di varia grandezza e in numero abbastanza notevole, laddove nella regione posteriore l'eruzione stessa offre scarsi elementi emorragico-teleangiettasici e qualche figura anulare. In questo momento la cute delle natiche e delle regioni iliache è totalmente immune dall'eruzione: come pure ne sono immuni il tronco, le ascelle, gli arti superiori e il collo.

Dal Dicembre dello stesso anno (1905) la dermatosi purpurica proseguì ad estendersi ad ambedue gli arti inferiori, rivestendo ancora le regioni delle natiche, sulle quali spiccano abbastanza numerosi e di varia grandezza gli anelli purpurici: questi però si notano assai scarsi sulle regioni

iliache senza estendersi al di là delle medesime. Dal Marzo al Giugno 1906 la dermatosi è nel suo pieno sviluppo per il numero ed uniformità di distribuzione degli elementi figurati e non fa vedere alcun nuovo aumento, anzi durante il Giugno stesso qualche chiazzetta anulare piglia un colore roseo sbiadito e qualche altra ai primi di Agosto si va dileguando lentamente.

Tuttavolta nel Settembre dello stesso anno la dermatosi purpurica è ancora abbastanza evidente, specie nella regione interna delle coscie e sulla pelle delle natiche: e in queste condizioni il paziente fu presentato nella seduta del 18 Settembre stesso (1906) al Congresso di Dermatologia e Sifilografia, tenuto dalla Società Dermatologica italiana in Milano, ove la dermatosi riuscì ad impressionare i colleghi per i suoi caratteri morfologici.

Prima della presentazione del paziente al Congresso di Milano, fu prescritta al medesimo la cura dei bagni solfurei e dei fanghi caldi: di questi egli fece soltanto dieci nello *Stabilimento termale di Castel S. Pietro,* e nonostante lo scarso numero dei medesimi, il paziente ne trasse un sensibile vantaggio: dappoichè, come si è detto, circa alla metà di Settembre s'incominciavano a scorgere i primi segni della involuzione della dermatosi purpurica. Infatti, dopo quest'epoca, e soprattutto, durante i mesi di Ottobre e di Novembre 1906, le chiazze anulari si fecero più pallide, frammentandosi nel loro contorno fino a scomparire interamente in alcune regioni. In questo momento la dermatosi purpurica non mostrava più quella spiccata disposizione simmetrica, che aveva mostrato per parecchi mesi. Tuttavolta fino ai primi del Gennaio del 1907 la dermatosi presentava ancora qualche anello purpurico e qualche segmento di cerchio, appena visibili per il loro pallidissimo colore, nelle coscie e nelle natiche.

Avendo avuto occasione di rivedere il paziente verso la fine del Gennaio (1907), trovai che la dermatosi purpurica era interamente scomparsa senza lasciare alcuna traccia, nè delle macchiette emorragico-teleangiettasiche, nè delle figure anulari.

Tenendo conto pertanto, che l'inizio della dermatosi avvenne circa ai primi di Novembre 1905, e la scomparsa della medesima ai primi di Gennaio del 1907, si può stabilire che la durata totale di essa fu di circa 14 mesi.

Durante il tempo, in cui il paziente stette sotto la mia osservazione, fu fatto più volte l'esame delle urine, e queste furono trovate sempre normali, tranne alcune traccie d'indicano riscontrate in qualche esame: una volta soltanto (1 Settembre 1906) si rinvennero pigmenti biliari in discreta copia, mentre l'indicano era assente.

Il paziente, benchè insistentemente sollecitato, non volle concedere la *biopsia*, che sarebbe riuscita di prezioso sussidio nell'interpretazione di alcuni fenomeni.

CASO III. — N. N. di anni 22, soldato di artiglieria, di residenza nel Distretto di Bologna, celibe, si presentò al Dispensario della Clinica Dermosifilopatica il 6 Luglio 1906, per mostrare una dermatosi circoscritta agli arti inferiori. Essendo io assente, ed avendo gli assistenti di Clinica esaminato l'infermo, vista l'importanza che poteva avere per me lo studio del medesimo, vollero indirizzarlo a casa mia, perchè lo visitassi privatamente.

Anamnesi — Dalle interrogazioni fatte al paziente, appresi subito che la dermatosi durava da due mesi circa: infatti entro quest'epoca esso si era accorto della comparsa di due anelli rossastri nelle gambe, i quali nello spazio di alcune settimane crebbero di numero, estendendosi dalle gambe stesse alle coscie, senza arrecare alcuna molestia pruriginosa. Non ostante ciò, il paziente, vedendo crescere progressivamente la dermatosi, si decise di farsi esaminare, tanto più che esso doveva allontanarsi da Bologna.

Appena esaminato il paziente, vidi subito trattarsi di una forma di *Purpura Annularis Teleangiectodes.*

Rispetto ai precedenti il paziente fece rilevare che l'eruzione delle gambe fu preceduta da dolori articolari, soprattutto forti ed insistenti alle articolazioni dei ginocchi: però, avvenuta l'eruzione, afferma che i dolori articolari vennero a cessare. Inoltre esso assicura, di non aver mai sofferto di lesioni cutanee, nè di essere andato mai soggetto a malattie infettive. Tutte le ricerche, fatte per stabilire l'esistenza in famiglia della scrofola e della tubercolosi, riuscirono perfettamente negative. I genitori suoi, tuttora viventi, sono sani e robusti: così pure per le indagini anamnestiche e con l'esame diretto si potè escludere la sifilide nel paziente. Da ultimo non ebbe mai a soffrire disturbi gastro-intestinali, essendosi sempre compiute normalmente le funzioni digestive.

Esame generale — Il paziente è giovane di forte costituzione, di struttura scheletrica regolare, di musculatura ben sviluppata, di pelle alquanto olivastra, con pannicolo adiposo piuttosto abbondante.

Caratteri morfologici della dermatosi — A colpo d'occhio si scorgeva che la dermatosi era costituita da macchiette rosse e rosso-brune, formanti efflorescenze anulari di varia grandezza, *lenticolare, guttata*, e fino anche *nummulare*. Esaminando attentamente le macchiette mercè una lente, e contemporaneamente stirando alquanto la pelle si distinguevano facilmente in esse i focolai emorragici dai capillari ectasici; siffatte macchiette emorragico-teleangiettasiche si mostravano equidistanti, e molte di esse, specie nell'eruzione delle gambe, erano in rispondenza dei follicoli pilo-sebacei: nessun fatto irritativo, nè infiltrazione infiammatoria, nè stato edematoso era possibile di scorgere nel contorno delle figure anulate. La pelle, compresa entro gli anelli purpurici, era perfettamente integra, alquanto biancastra, quasi ischemica in alcune, di colorito alquanto giallastro in altre: non si scorgeva alcuna depressione, o assottigliamento della pelle in nessuna delle efflorescenze anulari: queste presentano una certa uniformità di distribuzione, specie nelle gambe, ed, essendo nel maggior numero isolate e ben distinte, impartiscono all'eruzione un aspetto *elegante*, che colpisce l'occhio dell'osservatore.

Per siffatta uniformità di distribuzione delle efflorescenze anulari, la dermatosi presenta ancora una disposizione spiccatamente *simmetrica* nelle sedi, da essa occupate.

E per rispetto alla sua *topografia*, è agevole scorgere che la dermatosi ha sede esclusivamente negli arti inferiori, laddove gli arti superiori, ne sono interamente immuni, come ne è immune il tronco. Piccole e scarse figure anulari occupano la regione dorsale dei piedi, mentre la regione plantare è assolutamente priva di queste efflorescenze: l'eruzione passa quindi gradatamente sul collo dei piedi; e riveste le varie regioni delle gambe, e particolarmente la regione esterna e posteriore delle medesime, ove le figure anulari sono più numerose: sulle articolazioni del ginocchio si fanno più scarse le figure anulari, e risparmiano la pelle della cavità poplitea: quindi l'eruzione purpurica va a rivestire principalmente la regione antero-interna delle coscie, e più scarsamente la regione posteriore delle medesime: arrivata al terzo superiore della regione posteriore delle coscie, dopo un breve tratto di pelle privo di efflorescenze, la dermatosi passa su le natiche, ricoprendo specialmente la parte centrale delle medesime, con figure anulari ben distinte: la regione sacrale, le regioni iliache, nonchè il quadrante inferiore dell'addome sono interamente prive dell'eruzione.

La compressione e lo strisciamento dell'unghia non lasciano alcun segno di *dermografismo*.

In questa prima ed unica visita, non mi fu dato eseguire alcun'altra indagine, sia rispetto all'esame dell'urina, sia rispetto all'esame ematologico, dappoichè, essendo il paziente in congedo, non potè accettare l'offerta di entrare nella Clinica Dermosifilopatica, ed è per ciò che non si poterono seguire le fasi evolutive e involutive della dermatosi purpurica, e nemmeno tentare una biopsia.

Mancando pertanto questi dati clinici e non avendo potuto rivedere il paziente, nè avere notizie del medesimo, non è possibile stabilire la *durata totale* della dermatosi.

CASO IV — M. N. di anni 32, nativa di Ravenna, lavandaia, maritata, venne al Dispensario della Clinica Dermosifilopatica il 22 Marzo 1907. La paziente si accorse della comparsa delle prime figure anulari negli arti inferiori, tre mesi prima della sua venuta al Dispensario: secondo quanto essa afferma, le prime efflorescenze sarebbero comparse nella gamba destra; pare però che ben presto anche nella gamba sinistra erompesse la stessa forma: ma siccome le efflorescenze suddette non producevano alcuna molestia, la paziente non si curò affatto della eruzione, ed è però che essa non sa dire con sicurezza, se, contemporaneamente all'eruzione della gamba destra, non si fossero già sviluppati gli elementi della dermatosi stessa nella gamba sinistra: tuttavolta la paziente afferma che dopo due mesi la dermatosi, qualificata da macchiette rossastre e da efflorescenze anulari, aveva invaso, con uguali proporzioni, tanto l'arto sinistro quanto il destro. E fu allora che la paziente, avendo notato l'estendersi della dermatosi, non ostante che questa non le recasse alcun prurito, si condusse al Dispensario della Clinica Dermosifilopatica per farsi visitare: e alla prima visita fu facile riconoscere trattarsi della forma, da me descritta, di *Purpura Annularis Teleangiectodes*.

La paziente ha le apparenze di donna robusta, di florida nutrizione: non presenta alcuna

alterazione a carico dei visceri; la sua pelle è di colore alquanto bruno, ed offre alla palpazione abbondante sviluppo del pannicolo adiposo. Negli arti inferiori si vedono delle vene alquanto varicose, specie nella regione esterna delle gambe, mentre nelle coscie, poco al disopra dei ginocchi, si notano delle chiazze venose teleangiettasiche superficiali.

Intorno ai precedenti della eruzione, la paziente non ha dato notizie interessanti. Nulla di notevole dal lato gentilizio. Genitori sani e robusti sono tuttora viventi: nei membri della famiglia non si ebbe alcuna manifestazione della diatesi tubercolare: così pure possono escludersi gotta ed artritismo. Per le molte indagini fatte, si può metter fuori in modo assoluto anche la sifilide, tanto acquisita, quanto ereditaria.

Alle interrogazioni fattele intorno all'origine della dermatosi, la paziente non offre dati sicuri; non fu mai colpita da cause emozionali, come pure non andò mai soggetta a disturbi gastro- intestinali: soltanto qualche settimana prima dell'inizio della dermatosi, essa avvertì dolori alle articolazioni dei ginocchi, che però cessarono allorchè l'eruzione comparve e si estese agli arti inferiori. Tuttavolta essa afferma di risentire una certa spossatezza nelle gambe, tantochè in qualche momento è costretta a riposarsi, benchè abbia sospeso il proprio lavoro: d'altra parte da nessuna malattia precedente (tranne dei soliti esantemi dell'infanzia) era stata affetta la paziente, per modo che l'eruzione colpì la medesima, mentre si trovava in ottime condizioni di salute.

Caratteri morfologici della dermatosi — Anche alla prima visita si presentava la dermatosi caratterizzata da piccole macchie rosee e rosso-livide, resistenti alla pressione, alcune isolate, altre ravvicinate, e formanti efflorescenze anulari, sovratutto assai ben distinte nelle gambe, sebbene se ne vedano ancora nel resto degli arti inferiori, e talune anche sugli avambracci. Ve ne hanno di varia grandezza, alcune di una lente, o di un centesimo, altre di grandezza nummulare: la pelle, compresa entro gli anelli, è d'ordinario di colore normale: tuttavolta in quelli delle gambe ve ne sono parecchi, nei quali la pelle presenta una leggera suffusione giallo pallida: in nessuna però delle efflorescenze anulari si osserva la pelle entrostante colpita da atrofia.

Comprimendo con la lastra diascopica le macchiette rosso-livide più sviluppate, spiccano bene distinte le emorragie dalle teleangiettasie: queste infatti sono più nette nei loro contorni di quelle, e di più se ne vedono alcune con piccole ramificazioni. Se non tutte, molte di esse hanno sede *follicolare*.

La palpazione non fa riscontrare la benchè minima rilevatezza in corrispondenza delle macchiette emorragico-teleangiettasiche, e neppure la più lieve infiltrazione della pelle. Sotto lo strisciamento dell'unghia, eseguito, tanto sulle regioni colpite dalla dermatosi, quanto in altre regioni, non si provoca dermografismo.

Topografia della dermatosi — Come si è detto, occupa di preferenza gli arti inferiori e assai limitatamente gli arti superiori. Tanto le macchiette emorragico-teleangiettasiche, quanto le figure anulari, si partono dal dorso del piede, dove sono piuttosto scarse, e di mano in mano che si sale verso la gamba, crescono visibilmente di numero, specie nella regione esterna e posteriore: quivi infatti, non solo sono più numerose, ma assai più grandi, bene spesso contigue e confluenti, sì da formare catene di varia lunghezza (*figure girate*). Nella regione antero-interna della gamba sebbene meno numerose, sono però assai ben distinte, e gradatamente salgono dal ginocchio alla regione esterna ed interna della coscia, estendendosi ancora, sebbene in maniera disseminata, nella regione posteriore della medesima e nelle natiche, nel centro delle quali le efflorescenze anulari sono alquanto più ravvicinate: più piccole e più rare si notano sulle regioni iliache: mancano invece nel quadrante inferiore dell'addome, nella cavità poplitea, e nella regione plantare. Negli arti superiori la dermatosi è appena accennata: soltanto tre piccole figure anulari assai sbiadite, intercalate da poche macchiette emorragico-teleangiettasiche, notansi sulla regione flessoria dell'avambraccio destro: invece nel sinistro havvi un solo anello di grandezza guttata, che risiede nel terzo inferiore della regione flessoria. Nessun'altra regione degli arti superiori e del tronco presenta alcuna traccia delle efflorescenze sopradescritte.

La dermatosi, arrivata a questo grado di sviluppo, presentava una spiccata *disposizione simmetrica*, che conservò anche appresso, allorchè le efflorescenze crebbero di numero: infatti la paziente, sebbene non sia entrata in Clinica, tuttavia fu seguita per più di un mese nel Dispensario, assistendo così alla evoluzione graduale della dermatosi. Dai primi di Maggio 1907 la paziente non si presentò più al Dispensario della Clinica, per modo che non fu possibile di riconoscere il decorso successivo e la terminazione della dermatosi: come pure s'ignora se essa abbia eseguito la cura prescrittale mercè i fanghi e bagni solfurosi.

Per rispetto alla *durata* della dermatosi (per quel tanto che mi fu dato di seguirla) si può stabilire che essa, iniziatasi tre mesi prima che la paziente si presentasse al Dispensario (vale a dire dal mese di Dicembre 1906) dopo cinque mesi era ancora nel suo pieno sviluppo, (vale a dire alla fine di Aprile 1907).

Prima di chiudere la storia clinica del caso presente, voglio ricordare che due volte fu eseguito l'esame chimico delle urine, e queste sempre si rinvennero normali.

Manca la *biopsia*, perchè non concessa dalla paziente.

CASO V — E. M. di anni 23, nubile, domestica, nativa di Pozza (Pesaro), mi fu presentata al Dispensario Privato il giorno 18 Aprile 1910 dal Dott. Zoccoli, medico-condotto in San Pietro (Pesaro).

Rispetto al primo erompere della dermatosi, la paziente afferma che cinque, o sei mesi fa senza precedenti, o concomitanti molestie di prurito, si accorse della comparsa di macchiette rosso-livide e di piccoli anelli sul collo del piede sinistro, e, passato un mese circa, anche la regione dorsale del piede destro venne colpita dalla stessa eruzione: gradatamente nello spazio di due mesi circa, le efflorescenze della dermatosi si estesero alle gambe e alle coscie, ove parvero essersi arrestate nel momento, in cui la paziente fu vista da me, e nella quale riconobbi a colpo d'occhio una forma tipica di *Purpura annularis teleangiectodes*.

Intorno alle possibili cause della dermatosi, la paziente ben poco poté riferirmi in proposito: tuttavolta potei dal Dottor Zoccoli apprendere alcuni dati anamnestici di una certa importanza. Nè di patemi d'animo, nè di disturbi nervosi ebbe mai a lamentarsi la paziente. All'età di 9 anni fu colpita da una polmonite, la quale guarì senza aver lasciato postumi di sorta. Non ha mai sofferto di affezioni reumatiche, sebbene avesse sempre menato vita laboriosa e all'aperto. La paziente, con una certa insistenza, attribuisce lo sviluppo della dermatosi all'uso di *carne di maiale guasta, o mal conservata*, della quale si era cibata qualche settimana prima che erompesse la dermatosi stessa. Però è da tener conto (come fece rilevare il Dottor Zoccoli) che la paziente digerisce stentatamente, ha stipsi ostinata, e lingua costantemente impaniata.

Rispetto al gentilizio assicura di esser nata da genitori sani: ricorda però di aver avuto una sorella, che andò soggetta ad una peritonite, a quanto pare, di natura tubercolare, sebbene da questa oggidì guarita, si trovi essa in floride condizioni di salute; nella paziente però non si rinviene alcun segno manifesto della diatesi tubercolare: come pure si può escludere nella medesima la sifilide, tanto per esame diretto, quanto anche per indagini anamnestiche.

La paziente è di costituzione alquanto linfatica e tendente alla pinguedine: però essa è forte e laboriosa: per lo innanzi non ha mai sofferto affezioni cutanee: presenta soltanto parecchie chiazze varicose, fatte da sottili vasellini superficiali, formanti una ricca trama cerulea, tanto nella regione esterna delle gambe, quanto anche sulle coscie: e oltre a ciò si scorge la pelle più o meno marazzata negli arti, tanto superiori quanto inferiori: presenta ancora, sia nei piedi, sia nelle mani, specie nelle dita, macchie brune, lasciate dall'eritema pernio, al quale facilmente va soggetta la paziente durante la stagione invernale.

Caratteri morfologici della dermatosi — Appena scoperte le parti, sede della dermatosi, potei scorgere subito le caratteristiche macchiette, foggianti figure anulari emorragico-teleangiettasiche, ove isolate, ove confluenti, e queste formanti catene di 5 e 6 e fino a 9 anelli. Che tali fossero lo dimostrò subito la compressione della lastra diascopica, differenziando facilmente gli stravasamenti emorragici dalle sottili teleangiettasie: in pari tempo era agevole riconoscere che, se non tutte, molte macchiette risiedevano manifestamente nei follicoli piliferi. Varia era la grandezza delle figure anulari, dappoichè da quelle piccole, quanto una lente, si giungeva a quelle della grandezza di una moneta di due soldi. Vario ancora era il colorito delle dette efflorescenze anulari, e mentre alcune avevano nel loro contorno emorragico-teleangiettasico una tinta roseo-sbiadita, altre invece mostravano un colore rosso-vivo, rosso-livido e rosso-bruno: come pure varia era la distribuzione delle figure anulari stesse, in quantochè piccoli anelli purpurici si trovavano vicini, o a contatto con anelli più grandi, dando luogo così a disegni svariati sotto foggia di catene, o di figure a trifoglio, come nella regione esterna di ambedue le gambe. La pelle, compresa entro gli anelli purpurici, aveva colore bianco-pallido nella eruzione delle coscie, invece mostrava una tinta lievemente gialliccia nelle efflorescenze delle gambe, specie nella regione esterna e posteriore delle medesime. Tranne però in qualche chiazza anulare delle gambe, ove la pelle mostravasi

assottigliata e depressa (stadio atrofico), non si scorgevano segni di atrofia nel rimanente dell'eruzione purpurica.

Con la palpazione non si avvertiva alcuna rilevatezza nè infiltrazione, sia in corrispondenza dell'anello emorragico-teleangiettasico, sia nell'area cutanea, circoscritta da esso: del pari sotto lo strisciamento dell'unghia, eseguito in diverse regioni, non si provocava *dermografismo*.

Topografia della dermatosi — Aveva colpito prevalentemente gli arti inferiori, e in limiti assai ristretti anche gli arti superiori: però non contemporaneamente la dermatosi occupò le regioni omonime degli arti, di guisa che nel suo inizio, se essa era bilaterale, non si presentava simmetrica, infatti, come si è detto, l'eruzione comparve dapprima sul collo del piede sinistro, estendendosi ben presto alla gamba corrispondente: ma dopo un mese, anche la regione dorsale del piede destro era colpita dalla stessa eruzione; in ogni modo con la successiva e graduale estensione la dermatosi venne ad occupare con una certa uniformità ambedue gli arti inferiori, di modo che in questo momento presenta una manifesta simmetria. Si estende infatti su tutta la faccia dorsale dei piedi, e, salendo in alto, riveste ambedue le gambe e prevalentemente le regioni esterna e posteriore delle medesime; quindi invade le coscie, le natiche e le regioni iliache, arrestandosi su queste. Dopo un mese circa dallo sviluppo della eruzione purpurica degli arti inferiori, apparvero alcune efflorescenze della dermatosi stessa anche negli arti superiori; e fin dalla prima visita fatta alla paziente, trovai due o tre piccoli anelli purpurici, di colore rosso-sbiadito, insieme a qualche macchietta emorragico-teleangiettasica, nella regione estensoria degli avambracci: del resto tutte le altre regioni dell'ambito cutaneo erano prive degli elementi propri della dermatosi.

La paziente non essendo entrata in Clinica, non si potè seguire l'andamento della dermatosi purpurica: tuttavolta dopo quattro mesi ebbi notizie dallo stesso *Dottor Zoccoli* (1) che la dermatosi suddetta continuava ancora ad estendersi in alcune regioni degli arti inferiori, e solamente in qualche punto dei medesimi accennava a regredire. Al contrario negli arti superiori le efflorescenze sopra descritte, nella regione estensoria degli avambracci si erano interamente arrestate, nè di nuove era avvenuta la comparsa. Ed è però che, rispetto alla sua *durata*, tenendo conto dell'inizio e della successiva estensione della dermatosi purpurica suddescritta, era questa ancora in piena attività dopo 9, o 10 mesi.

Dopo 15 giorni dalla visita fattale da me, fu eseguita l'analisi chimica delle urine e queste si rinvennero perfettamente normali.

Per la cura della dermatosi, consigliai che la paziente fosse sottoposta all'uso dei fanghi e dei bagni solfurei: ignoro però se tale cura fosse eseguita e quando avvenisse la scomparsa della dermatosi stessa.

Non è d'uopo qui dichiarare che, anche nel caso presente, manca la *biospia*.

CASO VI. — G. L. di anni 18, nativa di Bologna, operaia (lucidatrice in legno), nubile, entrò in Clinica il 25 Settembre 1911, presentando un'eruzione di piccole macchie rosso-livide, circoscriventi figure anulari.

La paziente narra che le macchiette comparvero cinque mesi innanzi il suo ingresso in Clinica, delle quali le prime si svilupparono in corrispondenza della regione interna delle coscie: e sebbene fosse stata richiamata l'attenzione della paziente su questo punto, nullameno essa rispose costantemente che la prima comparsa delle piccole macchie avvenne nella suddetta regione: afferma ancora che l'erompere della dermatosi fu accompagnato da forti dolori alle ginocchia (mai da prurito), irradiantisi ad ambedue gli arti inferiori, dolori che essa attribuì all'essersi bagnata tre giorni prima nel canale del Reno per lavare la biancheria. Non potendo reggersi in piedi fu obbligata a porsi in letto e, visitata dal medico, fu consigliata di stare in riposo e di fare uso di alcune polveri delle quali la paziente non sa precisare la composizione. Dopo 15 giorni, levatasi di letto, cominciò a camminare, sebbene stentatamente: ma passato qualche giorno, cessarono completamente i dolori.

Per due mesi circa la paziente stette bene; frattanto però le macchiette crebbero di numero, estendendosi alle coscie e alle gambe: quando improvvisamente fu colpita di nuovo da forti dolori agli arti inferiori, per modo che fu costretta mettersi ancora in letto.

---

(1) Ricordo qui col più vivo dolore l'egregio mio discepolo Dott. Zoccoli, rapito inaspettatamente da malattia acuta, alcuni mesi dopo che m'aveva condotto la paziente.

Vista l'estensione della dermatosi, che si accompagnava anche questa volta a forti dolori negli arti inferiori, il medico stesso consigliò alla paziente di recarsi nella Clinica Dermosifilopatica di Sant'Orsola, ove, essendo stata accolta e visitata da me, vidi subito trattarsi in essa di un tipico esemplare di *Purpura Annularis Teleangiectodes.*

Anamnesi — La paziente nacque, 18 anni or sono, in ottime condizioni generali da genitori sani e robusti. La madre morì 12 anni or sono in seguito ad un trauma: il padre, tuttora vivente, gode ottima salute, ed è passato a seconde nozze. Di scrofola, di tubercolosi e di artritismo non si ebbero manifestazioni in famiglia. Una sorella della paziente è sana e robusta, e sani e robusti sono due maschi e due femmine, figli della seconda moglie. Viene anche esclusa in famiglia la sifilide; ma di ciò a più tardi. Oltre le affezioni dell'infanzia, la paziente all'età di 4 anni ammalò di tifo, che guarì perfettamente. Da allora in poi, tranne lievi disturbi gastro-enterici e qualche cefalea, non ebbe più a soffrire malattie degne di nota.

Stato presente — Condizioni generali della inferma, non ostante l'affezione presente, sono buone. Di struttura scheletrica regolare, di muscolatura discretamente sviluppata, di pelle bianca, provvista di pannicolo adiposo piuttosto abbondante, fu sempre molto attiva e laboriosa. Mestruò a 14 anni, ma la funzione mestruale fu spesso irregolare per epoca e per durata, e talvolta anche dolorosa.

Caratteri morfologici della dermatosi — L'eruzione si manifesta colle solite tipiche macchiette di colorito roseo e rosso-vivo, ed occupa quasi esclusivamente gli arti inferiori e assai scarsamente gli arti superiori. Le macchiette sono puntiformi, migliariformi, lenticolari delle quali molte manifestamente locate in rispondenza dei follicoli: esse non spariscono sotto la vetro-pressione, ma soltanto impallidiscono lievemente: raramente esse sono isolate, ma quasi tutte si riuniscono per circoscrivere numerose ed eleganti figure anulari. È agevole sotto la lastra diascopica e mercè una lente, riconoscere ben distinte le emorragie dalle teleangiettasie, specie in quelle più grandi e più recenti. Variano per la grandezza le figure anulari, dappoichè alcune misurano appena 5 mm. di diametro altre invece da 1, 2, 3 e fino anche a 5 cm. Di queste efflorescenze ve ne hanno molte isolate, ma in maggior numero confluenti e formanti gruppi con figurazioni assai svariate. La pelle, circoscritta dagli anelli, si presenta lucida e leggermente acromica, e siffatta colorazione spicca maggiormente in quelle figure anulari, nelle quali il contorno emorragico-teleangiettasico è più rosso-vivo, o rosso-livido, che nelle altre. Soltanto in alcune figure anulari la pelle entrostante vedesi subtinta in gialliccio, alquanto assottigliata e depressa (stadio atrofico).

Topografia della dermatosi — Ha sede quasi esclusivamente negli arti inferiori, dappoichè, tranne qualche macchietta disseminata nel terzo inferiore della regione flessoria degli avambracci, manca interamente sulle mani e nelle rimanenti regioni dei medesimi: manca ancora l'eruzione purpurica nella faccia plantare e nel tronco. Tutta quanta la dermatosi si estendeva dalla regione dorsale dei piedi (ove notavansi scarsi anelli emorragico-teleangiettasici) alle gambe, alle coscie e fino anche al segmento inferiore delle natiche. La dermatosi mostravasi con distribuzione più uniforme nella gamba, anzichè nella coscia, della quale la regione antero-esterna era maggiormente rivestita dalle efflorescenze purpuriche. In ogni modo però, osservando contemporaneamente tutti e due gli arti inferiori, la dermatosi appare con manifesta disposizione simmetrica.

Con la palpazione non si avverte la più lieve infiltrazione sulle macchie purpuriche, nè si trova alcun punto dolente, tranne in rispondenza dell'articolazione delle ginocchia.

Facendo un leggero sfregamento lineare mercè l'unghia, non si provoca dermografismo, nè sulle sedi dell'eruzione purpurica, nè fuori di questa.

La sensibilità tattile, termica e dolorifica nelle regioni, ove risiede la dermatosi, non ha sofferto alcun cambiamento.

Appena ammessa in Clinica, la paziente, le fu prescritta, come cura interna l'aspirina alla dose di un grammo nelle 24 ore, e, come cura locale, bagni di fegato di zolfo e massaggio sulle articolazioni delle ginocchia. Dopo pochi giorni di degenza nella Clinica i dolori alle ginocchia e alle gambe cessarono completamente.

Durante il tempo in cui l'inferma fu degente in Clinica la temperatura oscillò fra 36°,2, 36°,4, 36°,8, 37° e fino a 37°,9.

Sieroreazione del Wassermann — Non ostante che l'anamnesi fosse completamente *negativa* per la sifilide, si volle fare la Wassermann, che pur essa riuscì *negativa.*

Cuti-reazione del Pirquet — Benché mancassero, come si è detto più sopra, precedenti gentilizi per la diatesi tubercolare, si sperimentò (27 settembre 1911) nella paziente la Reazione del Pirquet, che in complesso risultò *negativa*, avendo soltanto mostrato lievissimo rossore una delle scarificazioni. Per assicurare meglio la prova il 30 Settembre u. s., si fece un'iniezione di un cm^3 di soluzione di tubercolina al 1 ‰ = gr. 0,001 (Berna). Nelle prime 24 ore non si nota alcuna reazione nè generale, nè locale: la dermatosi purpurica rimane immutata per il suo colorito; si scorge soltanto leggiero edema con dolore nel punto dell'iniezione. Il giorno 2 Ottobre (dopo 48 ore) si nota una lieve elevazione termica che raggiunge i 37°9, accompagnata da qualche brivido. La mattina susseguente, completa apiressia (36°,9), senza alcun disturbo subiettivo e senza alcun cambiamento nelle efflorescenze della dermatosi.

Esame ematologico

Hb al Fleischl 75 %	Neutrofili 48 %	Mononucleati grandi 2 %
Globuli rossi 4.500.000	Eosinofili 4 %	Mononucleati piccoli 6 %
Globuli bianchi 5.781	Forme di passaggio 2 %	Linfociti 38 %

Esame delle urine — Fu più volte eseguito, durante la degenza della paziente, l'esame delle urine: queste, tranne in qualche momento la presenza d'Indicano, si rinvennero costantemente normali. Il loro peso oscillò sempre tra 1018 e 1020.

Biopsia — Con il consenso della paziente fu praticata una biopsia nella gamba, recidendo un pezzo di pelle che comprendeva due piccole figure anulari: intorno all'esame istologico del pezzo reciso, si farà la descrizione più tardi. La cicatrice si fece in parte per prima intenzione, soltanto una piccola porzione della ferita rimase divaricata per la rottura di un punto di sutura, ma anche questa in breve venne a cicatrice.

Prima di chiudere la storia del caso, è d'uopo rilevare, che durante la degenza della paziente nella Clinica non si ebbero a notare cambiamenti di qualche rilievo nelle efflorescenze della dermatosi: queste si mantennero ancora bene spiccate per colorito e figurazione fino al giorno della uscita della paziente dalla Clinica (19 Novembre 1911), che è quanto dire dopo 55 giorni di degenza nella Clinica stessa: soltanto alcune di esse, per dilatazione centrifuga, si ingrandirono maggiormente, confluendo con le prossime, per dar luogo a svariate figure.

Rispetto alla *durata* della dermatosi, debbo dichiarare che non mi fu dato di seguirla nelle sue fasi involutive; posso soltanto accennare di avere riveduta la paziente due mesi dopo la sua uscita dalla Clinica e di averla trovata in floride condizioni di nutrizione; ma la dermatosi, appena in qualche regione delle gambe, tendeva a scomparire, mentre nel rimanente si manteneva ancora ben sviluppata.

Le nuove osservazioni cliniche, raccolte in questi ultimi anni, che io ho esposto con descrizioni molto particolareggiate, appartengono tutte alla forma tipica della *Purpura Annularis Teleangiectodes*.

Infatti i caratteri morfologici, da me stabiliti nella mia precedente *Memoria* (Serie VI, 1904), risaltano con la più perfetta identità nelle singole storie cliniche, tanto che ognuna sembra copia conforme dell'altra: *in tutte* noi troviamo l'erompere della dermatosi purpurica con le caratteristiche macchiette emorragico-teleangiettasiche, le quali ben presto, per accrescimento centrifugo, disegnano eleganti figure anulari: *in tutte*, queste macchiette e figure anulari pigliano per sede costante topografica gli arti, e soprattutto gli inferiori (rarissimamente il tronco e le altre regioni), distribuendosi con una tale uniformità nelle regioni omonime, da impartire una spiccata disposizione simmetrica alla dermatosi purpurica, che vivamente colpisce l'occhio dell'osservatore: dermatosi purpurica, che nel suo primo erompere manca

d'ordinario di prurito, o, se havvi, questo è sempre lieve e temporaneo: dermatosi purpurica, che percorre fasi evolutive e involutive assai lente, ed è però che essa ha una *durata molto lunga*, a differenza di tutte le altre forme congeneri di porpora.

Non basta: noi vediamo in quasi tutte le storie cliniche sovraesposte che questo quadro nosografico si compie più o meno evidentemente nei tre periodi, da me stabiliti, vale a dire, ***a) periodo teleangiettasico, b) emorragico-pigmentario, c) atrofico:*** periodi, che se non sempre si succedono ben distinti nel loro ordine cronologico (sovrattutto i due primi), nullameno, sotto il rispetto clinico, si mostrano essi in maniera più o meno evidente e rispondono a lesioni anatomo-patologiche ben determinate.

Non pertanto sono sorte discrepanze per opera di alcuni osservatori, che si occuparono di questa dermatosi purpurica; e dapprima intorno all'esistenza del terzo periodo, da me chiamato *atrofico,* furono sollevati dubbi, perchè in qualche caso non venne osservato durante l'evoluzione della dermatosi. Non mi fermo qui a chiarire questo punto, nè a stabilire le condizioni, che si richiedono, perchè si possa arrivare a quella lieve distrofia cutanea, così variabile di grado nella *Purpura Annularis Teleangiectodes*, dovendo tornare in seguito su questo argomento. Tuttavolta non posso a meno di rilevare, anche di passaggio, che (tranne in forme recenti, o poco avanzate di *Purpura Annularis Teleangiectodes*) questo periodo si fa non solo più o meno manifesto clinicamente in molte, o soltanto in alcune figure anulari, ma sibbene sotto il rispetto anatomo-patologico si rivela talvolta con lesioni distrofiche così spiccate, che è facile riconoscerle, mercè un esame a occhio nudo dei preparati microscopici, per la netta riduzione di tutti gli strati della pelle. E aggiungo che non solo a me, ma anche ad altri, venne fatto di trovare, in qualche caso (quantunque raro) di *Purpura Annularis Teleangiectodes*, il periodo *atrofico* in grado così avanzato, da mentire uno stato sclerotico della pelle medesima.

Del pari non tutti sono concordi intorno alla frequenza della *sede anatomica* « *follicolare* » delle macchiette emorragico-teleangiettasiche, laddove quasi tutti si accordano rispetto alla *sede topografica* di questa dermatosi purpurica; ma anche intorno alla topografia della dermatosi stessa, se tutti ritengono che le estremità costituiscono la *sede di predilezione,* nullameno taluni avrebbero trovato localizzazioni insolite delle efflorescenze purpuriche. E qui pure è d'uopo vedere quanta influenza possono spiegare le condizioni individuali, capaci di determinare talvolta una sede oltremodo rara, direi quasi eccezionale, a fine di non allontanarsi, colla descrizione di certe varietà di *Purpura Annularis Teleangiectodes,* dal tipo morfologico genuino della medesima.

Altrettanto dicasi per la *durata* della dermatosi purpurica, la quale, se d'ordinario è assai lunga, fu da alcuno trovata lunghissima. Ora anche questa eccessiva durata (che in qualche caso fu trovata estendersi a molti anni) deve essere sottoposta ad un esame critico, prima di farla entrare nel quadro clinico della *Purpura Annularis Teleangiectodes:* o almeno, se deve essere ammessa per qualche raro caso, fa d'uopo stabilire, trattarsi di *varietà* singolari di questa dermatosi purpurica e non di una forma *tipica* della medesima. E su questo importante fatto clinico non mancherò di tornare con un riscontro comparativo dei vari casi descritti fin quì.

Ma il punto più discusso è certamente quello della etiologia della *Purpura Annularis Teleangiectodes*; e infatti, feci già rilevare nella mia precedente *Memoria* che intorno all'origine di questa dermatosi purpurica, regna ancora molta oscurità rispetto alla natura della causa, produttrice della medesima. Tuttavolta per le osservazioni, fatte fin qui da me e da altri, l'origine *auto-tossica* (e forse neuro-tossica) è quella che meglio può spiegarci la patogenesi della *Purpura Annularis Teleangiectodes.* Questo concetto etiologico, così generico, ha condotto alcuni a ricercare l'elemento tossico in malattie assai diverse, tanto da considerare questa dermatosi purpurica, come una estrinsecazione di stati patologici assai differenti tra di loro; e a questo proposito a me pare che siasi esagerato, quando sono state invocate la *sifilide* e la *tubercolosi* nella patogenesi della *Purpura Annularis Teleangiectodes,* quasichè questa sia da ritenersi come una manifestazione, o *sifilitica* o *tubercolare.* Su questo punto della questione io mi fermerò di proposito più tardi, per chiarire con maggiore esattezza i limiti del concetto etiologico di questa dermatosi purpurica; e in ciò fare, terrò conto, mercè uno studio comparativo, di tutte le osservazioni cliniche, raccolte fin qui dai diversi Dermatologi.

INDICE

A. Righi — *Sulla scarica a scintilla in un gas rarefatto e sulla sua trasformazione in fascio di raggi magnetici* (con 12 figure delle quali 6 unite in una tavola) . . . . . Pag. 3

G. Tizzoni — *Primi esperimenti di vaccinazione negli animali contro il germe specifico della pellagra (Streptobacillus pellagrae T.)* (con tavola) . . . . » 15

F. Guarducci — *Sopra un aritmometro moltiplicatore-divisore* (con figura) . . » 33

A. Baldacci — *I rapporti fitogeografici fra l' isola di Creta e la Cirenaica* (con carta geografica) . . . . . » 37

A. Razzaboni — *Sulla rappresentazione equivalente di una superficie su di un' altra per parallelismo delle normali* . . . . . » 45

S. Pincherle — *Alcune osservazioni sopra i sistemi di funzioni associate e sopra un gruppo di operazioni lineari* . . . . . » 61

G. Ciamician e **C. Ravenna** — *Sul contegno di alcune sostanze organiche nei vegetali* (V. Memoria) . . . . . » 71

G. Ruggi — *Intorno alla stenosi della prima porzione dell' intestino digiuno* (con figura nel testo). . . . . » 77

G. Capellini — *Una lettera di F. A. Humboldt a R. G. Bunsen* . . . . . » 87

L. Amaduzzi — *Masse luminose del Righi in una scarica ottenuta con differenza di potenziale alternativa* (con 9 figure nel testo ed una tavola). . . » 93

S. Canevazzi — *Sulla conservazione delle opere cementizie in presenza degli olî e dei corpi grassi in genere* . . . . . » 99

F. Cavani — *Sulla pendenza e sulla stabilità della torre Asinelli di Bologna* (con specchio e tavola) . . . . . » 103

A. Righi — *L' emissione di ioni ed elettroni da una scintilla nell' aria rarefatta e le rotazioni ionomagnetiche* (con 24 figure nel testo) . . . . . » 127

G. Ciamician e **P. Silber** — *Azioni chimiche della luce.* VII. Memoria . . . . Pag. 165

A. Cavazzi — *Il solfato di calcio gelatinoso e la presa del gesso* . . . . . » 221

P. Albertoni e **P. Tullio** — *Ricerche sui processi digestivi ed assimilativi in un uomo sano con fistola gastrica e chiusura completa dell' esofago* . . . » 227

F. Guarducci — *Determinazione di Latitudine astronomica eseguita a Monteluro (Pesaro)* . . . . . » 235

M. Raina — *Osservazioni meteorologiche fatte durante l' anno 1911 nell' Osservatorio della R. Università di Bologna* . . . . . » 237

G. Valenti — *Sopra un caso di Pseudoermafroditismo femminile esterno (Klebs)* (con tavola) . . . . . » 267

P. Burgatti — *Osservazioni varie sulla teoria dei Giroscopi* . . . . . » 279

G. R. Wieland — *On the Dinosaur-Turtle Analogy.* . . . . . » 297

A. Cavazzi — *Osservazioni e proposte intorno ai saggi chimici del gesso* . . . » 301

L. Donati — *Sulle forze ponderomotrici elettromagnetiche* . . . . . » 313

A. Baldoni — *Contributo clinico e sperimentale alle fratture dell' osso peniano del cane* (con una figura nel testo). . . . . » 321

I. Novi — *Il Calcio e il Magnesio del cervello nelle diverse età* . . . . . » 329

V. Simonelli — *Note geologiche intorno alla sorgente termo-minerale di Bagno Vignoni in Val d' Orcia* (con due figure) . . . . . » 359

F. Brazzola — *Contributo allo studio delle miocarditi nelle infezioni acute* (con una tavola doppia). . . . . » 369

A. Poggi — *Dell' azione dei muscoli, nei comuni processi di riduzione delle lussazioni antero-interne dell' omero e specialmente della sottocoracoidea* (con tavola) . . . . . » 373

E. Giacomini — *Anatomia microscopica e sviluppo del sistema interrenale e del sistema cromaffine (sistema feocromo) dei Salmonidi.* Parte II. Sviluppo. Sviluppo del Sistema interrenale (con sei tavole doppie) . . . . . » 381

F. Morini — *Nuove osservazioni sulle Pilobolee, con un indice bibliografico su queste* (con una tavola) . . . . . » 439

D. Majocchi — *Nuove osservazioni cliniche e ricerche isto-patologiche intorno alla Purpura Annularis Teleangiectodes.* . . . . . » 453

Finito di stampare
Ottobre 1913

INDICE

P. Albertoni e **P. Tullio** — *Ricerche sui processi digestivi ed assimilativi in un uomo sano con fistola gastrica e chiusura completa dell' esofago.* . . . Pag. 227

F. Guarducci — *Determinazione di Latitudine astronomica eseguita a Monteluro (Pesaro)* . . . . . » 235

M. Raina — *Osservazioni meteorologiche fatte durante l' anno 1911 nell' Osservatorio della R. Università di Bologna* . . . . . » 237

G. Valenti — *Sopra un caso di Pseudoermafroditismo femminile esterno (Klebs)* (con tavola) . . . . . » 267

P. Burgatti — *Osservazioni varie sulla teoria dei Giroscopi* . . . . . » 279

G. R. Wieland — *On the Dinosaur-Turtle Analogy.* . . . . . » 297

A. Cavazzi — *Osservazioni e proposte intorno ai saggi chimici del gesso* . . . » 301

L. Donati — *Sulle forze ponderomotrici elettromagnetiche* . . . . . » 313

A. Baldoni — *Contributo clinico e sperimentale alle fratture dell' osso peniano del cane* (con una figura nel testo). . . . . » 321

I. Novi — *Il Calcio e il Magnesio del cervello nelle diverse età* . . . . . » 329

V. Simonelli — *Note geologiche intorno alla sorgente termo-minerale di Bagno Vignoni in Val d' Orcia* (con due figure) . . . . . » 359

F. Brazzola — *Contributo allo studio delle miocarditi nelle infezioni acute* (con una tavola doppia). . . . . » 369

A. Poggi — *Dell' azione dei muscoli, nei comuni processi di riduzione delle lussazioni antero-interne dell' omero e specialmente della sottocoracoidea* (con tavola) . . . . . » 373

E. Giacomini — *Anatomia microscopica e sviluppo del sistema interrenale e del sistema cromaffine (sistema feocromo) dei Salmonidi.* Parte II. Sviluppo. (con sei tavole doppie) . . . . . » 381

F. Morini — *Nuove osservazioni sulle Pilobolee, con un indice bibliografico su queste* (con una tavola) . . . . . » 439

D. Majocchi — *Nuove osservazioni cliniche e ricerche isto-patologiche intorno alla Purpura Annularis Teleangiectodes.* . . . . . » 453

FINITO DI STAMPARE
OTTOBRE 1913

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01305 0851
BHL